

**DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA  
APOYAR LA TOMA DE DECISIONES EN LA DEPENDENCIA DE RECURSOS  
EDUCATIVOS DE LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**



**CAMILO ANDRÉS MONSALVE HERNÁNDEZ  
JONATHAN ALEXIS NARVÁEZ TRIANA**

**Universidad del Magdalena  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Ingeniería de Sistemas  
Santa Marta. D.T.C.H.  
2014**

**DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA  
APOYAR EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN LA DEPENDENCIA DE  
RECURSOS EDUCATIVOS DE LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**

**Presentado por:**

**CAMILO ANDRÉS MONSALVE HERNÁNDEZ  
JONATHAN ALEXIS NARVÁEZ TRIANA**

**Trabajo de Grado presentado para optar al título de  
INGENIERO DE SISTEMAS**

**Director  
Ing. Ernesto Amaru Galvis Lista MSc. PhD(c).**

**Co - Director  
Ing. Alexander Armando Bustamante Martínez MSc(c).**

**Universidad del Magdalena  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Ingeniería de Sistemas  
Santa Marta. D.T.C.H.  
2014**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Santa Marta, 07 de marzo de 2014**

## INFORMACIÓN DEL PROYECTO

<b>Título: DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA APOYAR EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN LA DEPENDENCIA DE RECURSOS EDUCATIVOS DE LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA</b>			
Investigador Principal: <b>ING. ERNESTO GALVIS LISTA MSc. PhD(c).</b>			
Co-investigador: <b>ING. ALEXANDER BUSTAMANTE MARTÍNEZMSc(c)</b>			
Auxiliares de Investigación: <b>CAMILO ANDRÉS MONSALVE HERNÁNDEZ</b> <b>JONATHAN ALEXIS NARVÁEZ TRIANA</b>			
Total de Investigadores (número): <b>4</b>			
Línea de Investigación: Administración de la información			
<b>Entidad: Universidad del Magdalena</b>			
Representante Legal:	RUTHBER ANTONIO	Cédula de Ciudadanía #:	84448878 de: Santa Marta
ESCORTIA CABALLERO			
Dirección:	Avenida Ferrocarril 22-08	Teléfono:	4303368 – 4301692 Fax: 4303621
Nit:	891780-111-8	E-mail:	rector@unimag.edu.co
Ciudad:	Santa Marta	Departamento:	Magdalena
Sede de la Entidad: Santa Marta			
<b>Tipo de Entidad:</b>			
Universidad Pública:	Universidad Privada:	Entidad Pública: <input checked="" type="checkbox"/>	ONG:
Centro de Investigación Privado:	Instituto de Investigación Público:	Empresa:	
Centro Empresarial o Gremio de la Producción:			
<b>Tipo de contribuyente:</b>			
Entidad de derecho público: <input checked="" type="checkbox"/>	Entidad de economía mixta	Entidad industrial y comercial del estado	
<b>Lugar de Ejecución del Proyecto:</b>			
Ciudad: Santa Marta		Departamento: Magdalena	
Duración del Proyecto (en meses): 5			
<b>Tipo de Proyecto:</b>			
Investigación Básica:	Investigación Aplicada: <input checked="" type="checkbox"/>	Desarrollo Tecnológico o Experimental:	
<b>Tipo de Financiación Solicitada:</b>			
Recuperación Contingente: <input checked="" type="checkbox"/>	Cofinanciación:	Reembolso Obligatorio:	
Valor solicitado a Colciencias: no aplica			
Valor Contrapartida:			
Valor total del Proyecto: 14.460.000			
<b>Descriptor / Palabras claves:</b> OLTP, OLAP, Bodega de Datos, ETL, Información, Conocimiento, Inteligencia de Negocios			
<b>Programa Nacional de Ciencia y Tecnología sugerido:</b>			
Ciencia y Tecnología de la salud:	Ciencias Básicas:	Ciencia y Tecnología del Mar:	
Estudios Científicos de la Educación:	Biología:	Ciencias Sociales y Humanas:	
Ciencias del Medio Ambiente y Hábitat:			
Ciencia y Tecnologías Agropecuarias:	Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad:		
Investigaciones en Energía y Minería:	Electrónica, Telecomunicaciones e Informática: <input checked="" type="checkbox"/>		
Nombres completos, direcciones electrónicas e instituciones de 5 investigadores expertos en el tema de su propuesta y que estén en capacidad de evaluar proyectos en esta temática (esto no significa que necesariamente sean los mismos que evalúen esta propuesta en particular):			
Ing. Johan Robles Solano		e-mail: johanrobles@hotmail.com	
Ing. Omar Enrique Segura		e-mail: omarsegura12@gmail.com	
Ascencio			
Ing. MaydaGonzalez Zabala		e-mail: maydagonzalez@hotmail.com	
Ing. Inés Meriño		e-mail: imerinof@hotmail.com	
Ing. Irene Melisa Granados		e-mail: irenemelisagg@hotmail.com	

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
3. ESTADO DEL ARTE .....	20
4. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL Y CONCEPTUAL .....	25
4.1 MARCO REFERENCIAL .....	25
4.1.2 Grupo de Recursos Educativos y Administración de Laboratorios.....	25
4.1.3 Recursos con los que cuenta la dependencia .....	27
4.2 MARCO CONCEPTUAL.....	28
4.2.1 Fundamentos de Bases de Datos .....	28
4.2.2Procesamiento Transaccional en Línea .....	32
4.2.3 Inteligencia de Negocios .....	33
5. JUSTIFICACIÓN .....	42
6. OBJETIVOS .....	44
6.1. Objetivo General .....	44
6.2. Objetivos Específicos .....	44
7. METODOLOGÍA.....	45
7.1 Cronograma .....	47
8. LIMITACIONES .....	48
9. RESULTADOS ESPERADOS .....	49
9.1 Generación De Nuevo Conocimiento O Desarrollo Tecnológico.....	49
9.2 Fortalecimiento De La Capacidad Científica Nacional y la Consolidación de la Comunidad Científica Colombiana .....	49
9.3 Apropiación Social Del Conocimiento.....	49
10. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	50
10.1 Análisis De La Dependencia Y De Los Datos.....	50
10.1.1 Modelado Del Negocio .....	50
10.1.2 Análisis De Los Datos.....	57
10.2Análisis Y Determinación Plataforma BI .....	61

10.3Diseño De La Bodega De Datos.....	63
10.4Diseño Del Proceso ETL .....	74
10.5Diseño De Los Cubos OLAP .....	76
10.5.1 Descripción de los Indicadores .....	78
10.6Diseño de Reportes.....	81
11. PRUEBAS E IMPLEMENTACIÓN .....	83
11.1 Pruebas.....	83
11.2 Implementación .....	85
12. CONCLUSIONES .....	86
13. RECOMENDACIONES .....	89
14. PRESUPUESTO.....	90
14.1 Presupuesto General .....	90
14.2 Presupuesto Detallado .....	90
14.2.1 Hardware .....	90
14.2.2 Servicios .....	90
14.2.3 Personal .....	91
14.2.4 Software Especializado.....	91
14.2.5 Otros.....	91
15. BIBLIOGRAFÍA.....	92

## GUÍA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Evolución de Matriculados Pregrado Presencial por Semestre Académico, 2005-2010..</i>	14
<i>Figura 2: Evolución del Número de Matriculados en Posgrados por Semestre Académico, 2006-2010 .....</i>	15
<i>Figura 3: Evolución del Número de Matriculados en Pregrado a Distancia por Semestre Académico, 2006-2010 .....</i>	15
<i>Figura 4: Evolución Docentes por dedicación, 2005-2010 .....</i>	16
<i>Figura 5: Cantidad de Reservas de Recursos Audiovisuales por año, 2010-2012 .....</i>	17
<i>Figura 6: Cantidad de Reservas de Espacios Físicos por año, 2010-2012 .....</i>	17
<i>Figura 7: Organigrama del Grupo de Recursos Educativos .....</i>	25
<i>Figura 8: Componentes que interconectan con AnalysisServices.....</i>	31
<i>Figura 9: Componentes de un sistema de Inteligencia de Negocios .....</i>	34
<i>Figura 10: Componentes de una Bodega de Datos .....</i>	35
<i>Figura 11: Ejemplo de Esquema Estrella (StarSchema) .....</i>	36
<i>Figura 12: Esquema Copo de Nieve (SnowflakeSchema) .....</i>	37
<i>Figura 13: Ilustración de Drill-down .....</i>	38
<i>Figura 14: Ilustración Drill-Up .....</i>	38
<i>Figura 15: Ilustración Drill-across .....</i>	39
<i>Figura 16: Ilustración Roll-across .....</i>	39
<i>Figura 17: Esquema General de la Metodología XP .....</i>	45
<i>Figura 18: Adaptación a la Fase de Construcción .....</i>	46
<i>Figura 19: Cronograma de Actividades .....</i>	47
<i>Figura 20: Procedimiento de verificación de disponibilidad de recurso audiovisual.....</i>	51

<i>Figura 21: Procedimiento para la reserva y préstamo de Recursos Audiovisuales .....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 22: Procedimiento de reserva de recurso audiovisual.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 23: Procedimiento de recepción de recurso audiovisual.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 24: Procedimientos Para Asignación De Espacios Físicos Clases Regulares .....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 25: Procedimiento Asignación De Espacios Físicos Para Eventos.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 26: Procedimiento para Solicitar Espacio para Clases.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 27: Procedimiento Para Publicar Espacios Físicos Asignados .....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 28: Procedimiento Para Consultar Disponibilidad De Espacio Físico .....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 29: Procedimiento De Trámite De Solicitudes Pendientes.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 30: Procedimiento Para Modificar Solicitudes Asignadas .....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 31: Tipos de Espacios Disponibles.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 32: Tipos de espacios asignados al momento de la consulta .....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 33: Grafica de Tipos de espacios asignados al momento de la consulta .....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 34: Bloques o Lugares de la Universidad del Magdalena .....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 35: Asignación según tipo de espacio .....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 36: Espacios Asignados según su Tipo de Espacio.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 37: Distribución de la capacidad de los diferentes espacios asignados .....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 38: Asignaciones realizadas según el tipo de espacio del 2009 al 2012 .....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 39: Distribución de asignaciones por semestre del año conglomerado .....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 40: Cuadrante Mágico de Plataformas para Inteligencia de Negocios .....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 41: Diagrama Estrella de Prestamos .....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 42: Diagrama Estrella de Asignación de Clases .....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 43: Diagrama Estrella de Asignación de Espacios.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 44: Diagrama Estrella de Devoluciones.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 45: Diagrama Estrella de Mantenimientos.....</i>	<i>66</i>



<i>Figura 46: Diagrama Estrella de Novedades .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 47: Diagrama Estrella de Reservas de Recursos Audiovisuales .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 48: Diagrama Estrella de Reservas de Espacios .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 49: Constelación .....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 50: ETL Maestro de Ejecución.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 51: Modelado del Proceso ETL para la tabla de Hechos Fact_Mantenimiento .....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 52: Jerarquías de Fecha .....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 53: Jerarquías de Hora .....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 54: Jerarquía Equipos.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 55: Jerarquía Lugar.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 56: Jerarquía Periodo de Clases .....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 57: Jerarquía Vinculación .....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 58: Informe SSIS de ejemplo, reservas por tipo de uso .....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 59: Informe en Excel de Ejemplo, Cantidad de Reservas por Dependencias y Lugar .....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 60: Consulta en DBO - Fuente .....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 61: Consulta en DBO - Destino .....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 62: Muestra de Datos.....</i>	<i>84</i>

## GUÍA DE TABLAS

<i>Tabla 1: Elementos disponibles en la dependencia de Recursos Educativos .....</i>	28
<i>Tabla 2: Clasificación de sistemas OLAP y características.....</i>	40
<i>Tabla 3: Modelo de Madurez de las Soluciones de Inteligencia de Negocios .....</i>	41
<i>Tabla 4: Descripción de las Sub-fases de Construcción .....</i>	46
<i>Tabla 5: Resultados Esperados, Generación de nuevo conocimiento o desarrollo tecnológico.....</i>	49
<i>Tabla 6: Resultado Esperados, Fortalecimiento de la capacidad científica nacional y a la consolidación de la comunidad científica colombiana .....</i>	49
<i>Tabla 7: Resultados Esperados, Apropiación social del conocimiento .....</i>	49
<i>Tabla 8: Descripción Breve de las tablas de la bodega de datos.....</i>	69
<i>Tabla 9: Tablas de hechos vs Tablas de dimensiones.....</i>	71
<i>Tabla 10: Especificación de Fact_Mantenimiento .....</i>	73
<i>Tabla 11: Tabla de Detalle de Proceso ETLFact_Mantenimiento .....</i>	75
<i>Tabla 12: Ejemplo de KPI'S por Cubo OLAP.....</i>	78
<i>Tabla 13: Presupuesto General .....</i>	90
<i>Tabla 14: Presupuesto Detallado, Hardware .....</i>	90
<i>Tabla 15: Presupuesto Detallado, Servicios .....</i>	90
<i>Tabla 16: Presupuesto Detallado, Personal .....</i>	91
<i>Tabla 17: Presupuesto Detallado, Software Especializado .....</i>	91
<i>Tabla 18: Presupuesto Detallado, Otros.....</i>	91

## RESUMEN

**TÍTULO:** Desarrollo De Una Solución De Inteligencia De Negocios Para Apoyar El Proceso De Toma De Decisiones En La Dependencia De Recursos Educativos De La Universidad Del Magdalena

**DIRECTOR:** Ing. Ernesto Amaru Galvis Lista MSc. PhD(c).

**CO-DIRECTOR:** Ing. Alexander Armando Bustamante Martínez MSc(c).

**AUTORES:** Camilo Andrés Monsalve Hernández, Jonathan Alexis Narváez Triana

**PALABRAS CLAVE:** OLTP, OLAP, Bodega de Datos, ETL, Información, Conocimiento, Inteligencia de Negocios

**DESCRIPCIÓN:** En el marco del Plan de Gobierno 2012-2016 de la Universidad del Magdalena y como se señala en el Tema Estratégico #4 “Desarrollo Organizacional, Infraestructura Física, Tecnológica Y De Servicios (Universidad del Magdalena, 2012)<sup>1</sup>” se propone incorporar “el uso de tecnologías de la información y la comunicación TIC en los procesos estratégicos, misionales, de apoyo y de evaluación en la institución<sup>1</sup>”.

Por este motivo se hace de vital importancia el desarrollo de soluciones informáticas que faciliten y/o apoyen los procesos de las diferentes áreas de la Universidad. Con este proyecto se busca implementar la primera versión de una Solución de Inteligencia de Negocios para la dependencia de Recursos Educativos de la Universidad que permita monitorear los procesos realizados y apoye toma de decisiones por parte de las directivas de la dependencia y la universidad.

---

<sup>1</sup> Universidad del Magdalena , Plan de Gobierno Rector 2012 – 2016, Disponible en: <http://www.unimagdalena.edu.co/Institucional/Paginas/PlanGobierno2016.aspx>

# 1. INTRODUCCIÓN

El término Inteligencia de Negocios (Business Intelligence, del término en inglés), data de 1958, cuando Luhn otorga este calificativo a los sistemas capaces de diseminar datos, encontrando interrelaciones en los hechos que estos representan (Luhn, 1958). En la actualidad, se considera que las soluciones de inteligencia de negocio son resultado de la evolución de los sistemas de soporte a la toma de decisiones (Power, 2007).

Por otro lado el uso de este tipo de soluciones informática ha aumentado en los últimos años, muestra de ellos son las proyecciones realizadas sobre su crecimiento del 9% durante el 2011. Este crecimiento se sustenta en varios eventos: (a) la ubicuidad de los sistemas computacionales; (b) la reducción de los costos de procesamiento y almacenamiento de datos; (c) la madurez del campo y de las técnicas de apoyo, a saber, bodegas de datos y minería de datos; (d) la percepción de utilidad por parte de las organizaciones; y (e) la necesidad de tomar decisiones oportunas basadas en información correcta. (Gartner, 2011)

La Universidad del Magdalena como una organización cuya finalidad es la educación no es ajena a las tendencias mundiales y ha visto un incremento notable en los datos que maneja (Oficina Asesora De Planeación, 2010). Este incremento en los datos, es consecuencia, entre otras cosas, de su crecimiento. El cual se ve reflejado en el aumento de su cobertura o de cupos de estudio, así como el aumento de la planta docente y de la planta física, por ejemplo pasar de 7.132 estudiantes matriculados en pregrado presencial en el primer semestre del 2005 a 10.118 estudiantes en el segundo semestre del 2010 (Oficina Asesora De Planeación, 2010).

Además, el Grupo de Recursos Educativos y Administración de Laboratorios de la Universidad del Magdalena es la oficina adscrita a la Dirección Administrativa, encargada de administrar los recursos tecnológicos, de laboratorios y espacios físicos para el desarrollo de actividades de la docencia, la investigación, extensión y proyección social, de forma que se asegure la eficiencia y eficacia en la prestación del servicio (Univerisidad del Magdalena, 2012).

Actualmente cuentan con un Sistema de Información de Administración de Recursos Educativos –SIARE-, que les ayuda en la gestión de los recursos ofrecidos por el grupo, como los recursos tecnológicos, de laboratorios y espacios físicos para el desarrollo de actividades de la docencia, la investigación, extensión y proyección social dentro del campus universitario, en sus sedes alternas o incluso fuera de ella cuando así se requiera.

Por lo anterior, se percibe la oportunidad de desarrollar una solución de inteligencia de negocios, para el Grupo de Recursos Educativos y Administración de Laboratorios de la Universidad del Magdalena, la cual permita usar los datos de la organización en procesos de abastecimiento, de información y generación de conocimiento, de forma que se involucren en el proceso de toma de decisiones.

Para poder alcanzar esta meta, se utilizará una metodología de tipo Ágil, que se encuentra basada en la metodología Programación Extrema (XP – eXtremeProgramming), la cual permitirá obtener las ventajas ofrecidas por lo métodos ágiles, a saber: involucrar al usuario en el desarrollo y abordar los cambios, entre otras. Adicionalmente, se usará la herramienta, Microsoft Business IntelligenceDevelopment Studio, la cual permite cubrir las tareas relacionadas a la extracción, transformación, carga de datos, creación de cubos OLAP y creación de informes para consultas; además requiere una menor curva de aprendizaje y menores inversiones, por parte del equipo TI de la Universidad, por ser herramientas de la misma familia a las usadas y licenciadas en la institución educativa.

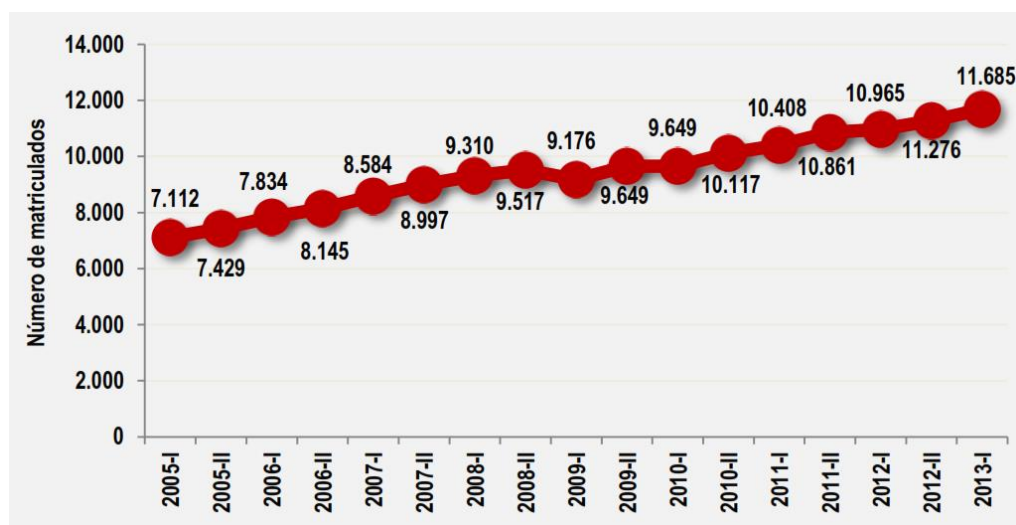
Finalmente, lo que se busca con este proyecto es dotar al Grupo de Recursos Educativos y Administración de Laboratorios de la Universidad del Magdalena, de la primera versión de una herramienta que le permita la obtención de información oportuna y a tiempo, de forma que contribuya a la toma de decisiones de la dependencia, lo que a su vez lleva a una mejora en el servicio prestado en términos de calidad.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente por cuenta de la evolución de las tecnologías de la información y por la aparición de la computación ubicua, se genera una gran cantidad de información la cual “es difícil de comprender, controlar, monitorizar y analizar de forma conjunta”(Curto Díaz & Conesa Caralt, 2010). El crecimiento exponencial de los datos constituye últimamente una preocupación para las organizaciones, debido a que el crecimiento de las mismas y del mercado que abarcan está generando más datos que se deben almacenar, acceder y proteger. La dificultad para su análisis y la complejidad de este proceso aumenta exponencialmente debido a que los volúmenes se incrementan. Por otro lado se torna imprescindible el análisis de datos en las empresas, esto las conduce por el camino de la mejora continua, tomando decisiones basadas en hechos, en datos reales y “duros” que respaldan las decisiones tomadas por la gerencia(Menke S, 2009).

La Universidad del Magdalena, como una organización cuya finalidad es la educación, no es ajena a las tendencias mundiales y ha visto un incremento notable en la información que maneja por cuenta de su crecimiento, el cual se ve reflejado en el aumento de su cobertura o de cupos de estudio, así como el aumento de la planta docente, de la planta física y programas; por ejemplo, como ya se ha mencionado, se pasó de 7.132 estudiantes matriculados en pregrado presencial en el primer semestre del 2005 se pasó a tener 11.685 estudiantes en el primer semestre del 2013, un aumento del 64,30% (Oficina Asesora De Planeación, 2010), el crecimiento de estudiantes matriculados en pregrado presencial se puede apreciar en la siguiente figura:

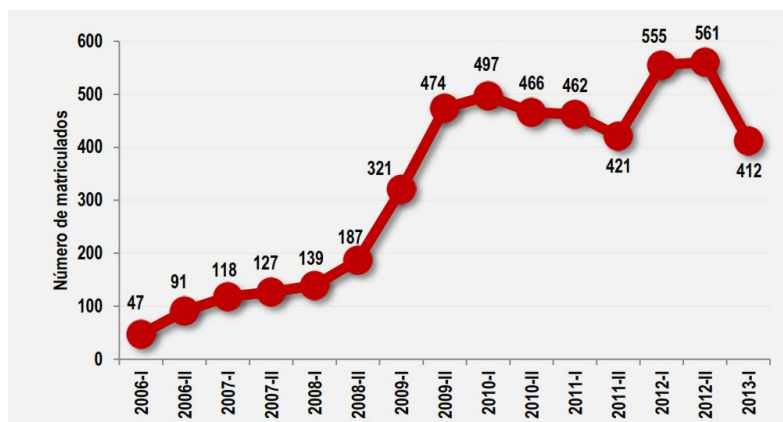
*Figura 1: Evolución de Matriculados Pregrado Presencial por Semestre Académico, 2005-2013*



*Fuente: Oficina de Admisiones, Registros y Control Académico*

También se puede apreciar un aumento en otras modalidades de estudio como pregrado a distancia y posgrados, los cuales tienen aumentos significativos de estudiantes matriculados que presenta un aumento del 776,56%:

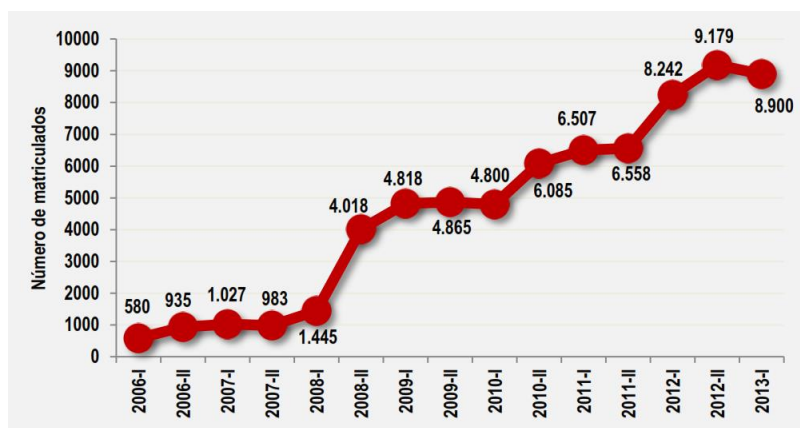
*Figura 2: Evolución del Número de Matriculados en Posgrados por Semestre Académico, 2006-2013*



*Fuente: Oficina de Admisiones, Registros y Control Académico*

Los estudiantes a distancia tienen un aumento del 1434,48%

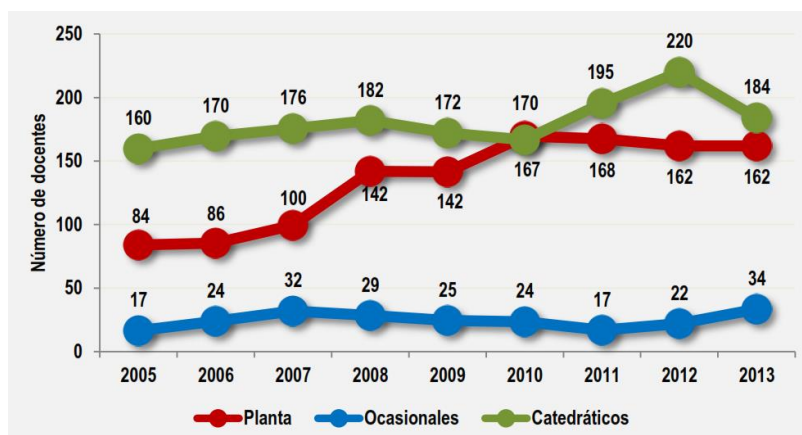
*Figura 3: Evolución del Número de Matriculados en Pregrado a Distancia por Semestre Académico, 2006-2010*



*Fuente: Oficina de Admisiones, Registros y Control Académico*

Además del crecimiento continuo de los estudiantes, la Universidad debe incrementar la cantidad de docentes, para poder ofrecer una educación de calidad y cubrir los nuevos cursos, por lo cual la Universidad ha aumentado la cantidad de docentes de planta del 92,85% como se parecía en la siguiente gráfica:

*Figura 4: Evolución Docentes por dedicación, 2005-2010*



*Fuente: Vicerrectoría de Docencia*

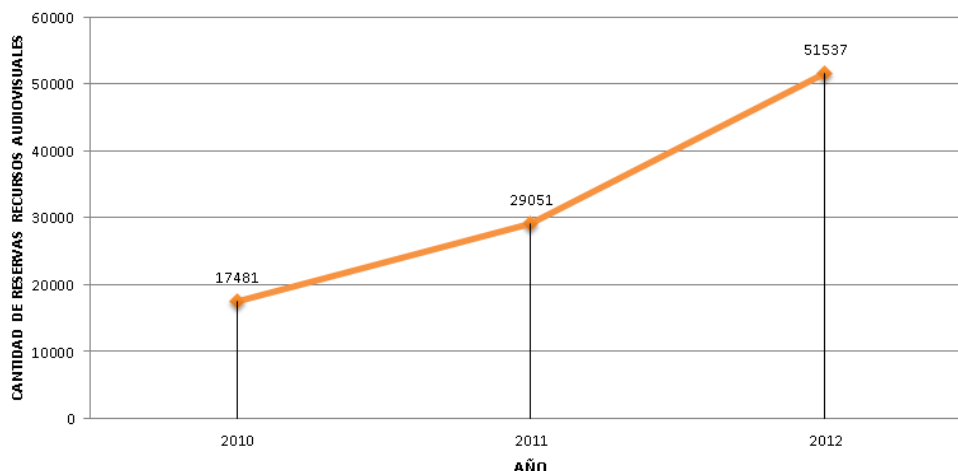
Teniendo en cuenta este aumento significativo y constante de la población universitaria, los diferentes servicios, áreas y dependencias de la Universidad del Magdalena se ven afectados de diferentes formas; una de las áreas donde esta afectación es crítica es la de Recursos Educativos, la cual es una oficina adscrita a la Dirección Administrativa y están encargados de administrar los recursos tecnológicos, de laboratorios y espacios físicos para el desarrollo de actividades de docencia, la investigación, extensión y proyección social, lo que convierte el funcionamiento de la misma en fundamental para garantizar la calidad de la educación e investigación.

Por lo anterior, uno de los efectos vistos es el aumento significativo y constante de la cantidad de información que debe manejar por efecto del crecimiento mostrado de la Universidad, esto se ve reflejado en el número de requerimientos de los diferentes servicios del grupo de Recursos Educativos y Administración de Laboratorios, donde se pasó, como ejemplo del crecimiento de la cantidad de información a mostrar, de unas 17 mil reservas de equipos audiovisuales en 2010 a unas 51 mil para el año 2012 un aumento del 66,18%; además se pasó de unas 6 mil reservas de espacios físicos en 2011 a unos 13 mil en 2012 un 98,83%. Cada una de las reservas antes expuestas, están ligadas a los diferentes datos de fechas, equipos, usuarios, estados de los artículos y espacios, entre otros, lo que brinda una idea de la gran magnitud de datos de los que se dispone, más aún cuando esta data desde el año 2009, cuando se inicia el registro de las reservas, préstamos, devoluciones y novedades, que se presentan diariamente y que son objeto análisis para fines institucionales, datos que continúan en aumento. Las anteriores



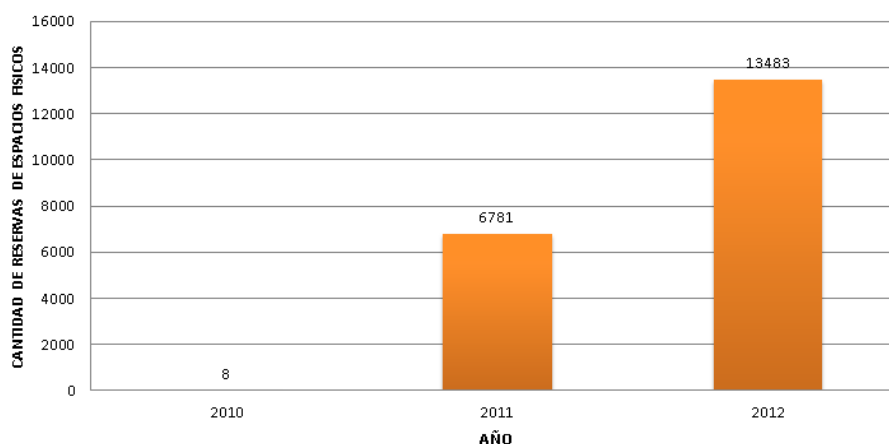
cifras se pueden apreciar en las siguientes gráficas, con información extractada directamente de las bases de datos de la dependencia:

*Figura 5: Cantidad de Reservas de Recursos Audiovisuales por año, 2010-2012*



*Fuente: Sistema de Información de Administración de Recursos Educativos, Copia de Base de Datos dada por Dependencia de Recursos Educativos y Adm. De Laboratorios*

*Figura 6: Cantidad de Reservas de Espacios Físicos por año, 2010-2012*



*Fuente: Sistema de Información de Administración de Recursos Educativos, Copia de Base de Datos dada por Dependencia de Recursos Educativos y Adm. De Laboratorios*

Entonces, con la finalidad de garantizar la eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios educativos que presta la universidad, es importante para este grupo, contar con todas las herramientas tecnológicas que faciliten el procesamiento del gran flujo de

información que tienen, la cual es en su mayoría de tipo cualitativa, en lo que respecta a los horarios de entrega y finalización de reservas y préstamos, cantidad de recursos en stock, cantidad de laboratorios, salones, y en menor parte cuantitativa en los tipos de mantenimientos, tipos recursos, tipos de espacios físicos. Actualmente la dependencia de recursos educativos, cuenta con un sistema OLTP que permite registrar los datos, pero se queda corto por problemas de rendimiento, además por el gran flujo de los mismos, no se permite que sean analizados de la mejor manera para que sean realmente útiles y permitan una adecuada toma de las decisiones.

Puesto que en el momento no disponen de ninguna facilidad para analizar, inspeccionar y/o auditar los datos, ya sean actuales o históricos, para estas actividades se requiere de gran inversión de tiempo y trabajo, además de depender de la disponibilidad y del trabajo del equipo de TI, los cuales de forma manual y directa sobre la base de datos, depuran y filtran la información para que sea posible a partir de la misma hacer los reportes que sean encomendados; adicionalmente las directivas y jefes de área, tampoco cuentan con ningún tipo de indicadores de rendimiento, que permitan conocer el estado de los procesos llevados a cabo por la dependencia, ni posibilidad de consulta de informes, complejos o simples, inmediata o en tiempo real.

En este sentido se pueden generar dudas e interrogantes respecto a decisiones cruciales que la dependencia toma, porque se podrían desconocer detalles de los procesos de los que son responsables, limitando así no solo la toma de decisiones, sino la planeación y la justificación de los requerimientos que realizan ante otras dependencias de la Universidad.

La imposibilidad de poder hacer seguimiento a los procesos en tiempo real impide a los encargados en la dependencia conocer, por ejemplo, la cantidad de equipos averiados en la semana, la ocupación de los espacios físicos o la inversión actual acumulada en reparaciones y/o mantenimiento de equipos; lo que dificulta la planeación y ejecución de las diferentes actividades académicas y administrativas de la institución.

Es así como los eventos que la dependencia necesita estudiar no tienen una revisión actualizada, sino que se realiza en diferentes cortes, según sean pedidos o necesarios, eliminando así cualquier tipo de previsión de eventualidades, teniendo en cuenta que al momento de revisar los datos, podría ser tarde o innecesaria la intervención por la demora de la respuesta.

También se necesita una mayor facilidad de análisis de datos, con la finalidad de poder demostrar la mejora continua de los procesos y la capacidad del sistema de alcanzar los resultados esperados; Además, como ya se ha mencionado, estos datos son necesarios como un soporte real al momento de justificar gastos e inversiones ante los entes de control internos y externos a la universidad además de permitir mostrar la eficacia o pertinencia de las decisiones e inversiones tomadas.

Finalmente, la constante manipulación directa de las bases de datos de la dependencia para la consulta de la información deriva en los correspondientes riesgos de seguridad, fidelidad, disponibilidad y validez de los datos, en las mismas, lo que supone dudas sobre el valor, calidad, estado y veracidad de la información suministrada o arrojada por las consultas.

Ante esto es válido preguntar de qué manera, la dependencia de recursos educativos, puede manejar el mencionado aumento significativo y constante de los datos que maneja de forma rápida, oportuna y eficaz de manera que los funcionarios encargados puedan tomar, justificar, evaluar y reformular las decisiones sobre los recursos que administran con los datos reales, históricos e inmediatos de los procesos de reserva, préstamo, devolución y registro de eventualidades de los recursos con los que cuentan y/o administran, con la menor necesidad de soporte por parte del equipo TI y consultas directas sobre las bases de datos, el menor gasto adicional y el menor requerimiento de cambios y procesos de capacitación a los diferentes actores involucrados.

Resumiendo algunas ideas y planteamientos anteriores se da que actualmente el Grupo de Recursos Educativos y Administración de Laboratorios ve aumentado el volumen de la información que manejan por cuenta del aumento de los usuarios (comunidad académica en general) y los elementos que administran para prestar sus servicios (equipos y espacios físicos). Ante el aumento de la información disponible, de la cual dependen las directivas para basar o apoyar sus decisiones, los desarrolladores del grupo deben destinar parte de su tiempo a la generación de informes o descarga de datos para las directivas lo cual agrega pérdida de tiempo e impide que la información pueda ser obtenida de manera instantánea, además de que limita el número de consultas a la capacidad y disponibilidad de tiempo del grupo de desarrollo de dependencia de recursos educativos y administración de laboratorios. Sumado a lo anterior se dificulta consultar o realizar consultas para establecer indicadores para mejorar la calidad, disponibilidad e incluso bajar costos, por las limitaciones que se pueden dar al consultar la evolución de las variables en el tiempo y finalmente para detectar problemas o mejoras al no poder ver la información organizada de formas flexibles y distintas agrupaciones que solo se pueden obtener del manejo dinámico de los datos.

### 3. ESTADO DEL ARTE

La inteligencia de negocios o BI, tienen una gran aplicación en diferentes áreas y sectores, en la educación las técnicas aplicadas para la BI, son de gran utilidad para los procesos de toma de decisiones, de tal manera que se han desarrollado diferentes soluciones, estudios y metodologías de las mismas que permiten su aplicación, entre estas podemos encontrar por ejemplo la Metodología para la Gestión Universitaria Basada en la Inteligencia de Negocios propuesta en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica por Lorena Zúñiga Segura, donde plantea la problemática de la falta de modelos gerenciales que utilicen la Inteligencia de Negocios para apoyar la toma de decisiones estratégicas y tácticas, lo cual se convierte en una oportunidad para el mejoramiento de los servicios y la administración de estas instituciones educativas. Como resultados se destaca la metodología propuesta, la cual "Apoya con herramientas de BI las funciones de planificación, coordinación y control de las autoridades universitarias en sus roles gerenciales, con información e indicadores de cada una de las dimensiones que son críticas para la gestión universitaria"(Zúñiga Segura, 2011).

Una solución de inteligencia de negocios desarrollada en Noida, India por Tata Consultancy Services Limited (TCS) para la autoridad educativa en Australia (Australian state education authority) que ayuda a las necesidades con respecto a la toma de decisiones y reportes de sus numerosos componentes (internos y externos). Uno de los principales resultados que la autoridad buscaba era proporcionar información que pueda ayudar a la enseñanza y el aprendizaje para ser más eficaz. La solución de BI proporcionada por TCS permite a la autoridad educativa australiana tomar importantes decisiones de política educativa para mejorar la gestión del rendimiento y el nivel de educación en el estado (Gurupratap Singh Dsor, 2010).

Otro ejemplo destacable a nivel internacional es incorporación de elementos de inteligencia de negocios en la Universidad de Tarapacá (UTA) en Chile, donde se encuentra una oportunidad de mejorar la gestión en la Vicerrectoría Académica en el proceso de Admisión y Matrícula (Fuentes Tapia & Valdivia Pinto, 2009). La aplicación de este proyecto permitió que los usuarios de la Vicerrectoría Académica pudieran visualizar la información que requerían a través de herramientas de procesamiento analítico en línea (OLAP). Complementándose, además, con herramientas para la generación de reportes y herramientas para la creación de dashboards. La integración de estos elementos conformó una plataforma de inteligencia de negocios, que permite dar soporte a los requerimientos de información y análisis asociados al proceso de admisión y matrícula.

La Universidad Politécnica de Madrid propuso una solución que aplica las herramientas de inteligencia de negocio para el seguimiento de los alumnos en la plataforma educativa MERLIN, basada en portlets. Titulada: "Aplicación de técnicas de Inteligencia de Negocio al Seguimiento del Aprendizaje en MERLIN", hace una revisión de las funcionalidades de

seguimiento existentes en las plataformas de e-learning más populares y se propone un módulo de seguimiento integrado basado en código abierto. Este módulo desarrolla un panel de control del estudiante que permite analizar su progreso desde diferentes perspectivas, que se componen con tecnología de portlets. Dada la arquitectura diseñada para la creación de portlets e informes, es relativamente sencilla su extensión así como la creación y publicación de nuevos informes, utilizando las herramientas previstas para tal fin (Muñoz Mario, Gonzalo Jorge, Iglesias Carlos, 2008).

También podemos resaltar trabajos realizados para el Gobierno de Aragón ubicado en Zaragoza, España. En uno de ellos el Departamento de Educación del Gobierno de Aragón se planteó la necesidad de evaluar la calidad de la enseñanza en Aragón basándose en una serie de pruebas que realizaban los alumnos de 2º y 4º grado. Los logros y beneficios que se pueden resaltar con esta solución de BI, es la capacidad que se ofrece a todos los responsables de educación de disponer de una herramienta capaz de evaluar la calidad de la enseñanza de los alumnos (Comex Grupo Ibérica, 2011). Averiguar necesidades de formación específica y comparar resultados con años anteriores. En otro ejemplo el Departamento de Educación, Cultura y Deporte posee la plataforma GIR que dispone de unas funcionalidades de análisis de información basados en consultas y la generación de informes que permiten consultar dicha información en cada área o almacén de datos. No obstante no permite cruzar dichos datos de forma que se puedan obtener resultados más complejos que permitan un análisis más en profundidad. Tampoco dispone de un Cuadro de Mando que aglutine todos estos informes ni la posibilidad de adjuntar a estos informes gráficos asociados. El resultado de la solución fue una herramienta informática que permite a los usuarios e inspectores del Departamento de Educación generar informes y gráficos asociados de forma sencilla e intuitiva así como publicar y distribuir fácilmente dichos informes. El Departamento de Educación dispondrá de una aplicación visual vía web para analizar y explotar todos los datos dentro de las áreas de Admisión y Gestión Académica pudiendo cruzar datos entre las distintas áreas (Comex Grupo Ibérica, 2011).

En 1996, el Departamento de Ingeniería de Fabricación y Gestión de Ingeniería (MEEM por sus siglas en inglés) del Laboratorio de la Ciudad Universitaria de Hong Kong comenzó a desarrollar una intranet llamada "IntraMEL" para que el personal y los estudiantes puedan acceder a la información de laboratorio, tales como el calendario de las clases de laboratorio en la universidad o en casa. Con cada vez mayor volumen de los datos generados, el sistema sólo se las arregla para recuperar una fracción de la información de varios informes predefinidos. La alta dirección, incluyendo el de gerente de laboratorio y personal académico, también encuentran dificultades para hacer más consultas sin la ayuda de los programadores. Debido a estas debilidades, MEEM decidió desarrollar un sistema de apoyo en el departamento para ayudar a la dirección a gestionar, planificar, informar y predecir sus operaciones de manera más eficaz y en el momento oportuno. El proyecto llamado "Application Of Business Intelligence Tools In Education institutes: A Case Study Of Meemlaboratory" el cual es una solución de

inteligencia de negocios que permite analizar la información acerca de las clases de laboratorio, estudiantes, técnicos y personal desarrollo. Al día de hoy, ha puesto en marcha el MEEManálisis de la información para el gerente y sus subordinados (W. H. Yeung, T. W. Ngan, C. Y. Cheung, 2011)

Uno de los problemas relacionados con la gestión de admisión que enfrentan típicamente las universidades es ser capaz de predecir con razonable precisión la probabilidad de que el solicitante se inscriba en un programa académico. Las universidades suelen incurrir en un gasto considerable en la promoción de sus programas y en seguimiento con los posibles candidatos. La identificación de los solicitantes con una mayor probabilidad de inscripción en el programa ayudará a promocionarlo de una manera más lucrativa. Los candidatos típicamente se aplican a más de una universidad para ampliar sus posibilidades de quedar matriculados. Las universidades que llegan rápidamente a una decisión sobre el solicitante tienen una mayor oportunidad de conseguir la aceptación de los candidatos. Las universidades recoge de los solicitantes una variedad de datos, como parte del proceso de admisión, tales como: demográficos, test geográficos, las puntuaciones, información financiera, etc. Además de eso, los Departamentos de Admisiones de una Universidad también tienen información del proceso de admisión de los años anteriores. El problema en cuestión es el uso de todos estos datos disponibles y predecir si un solicitante decide inscribirse o no. Las universidades también están interesadas en el análisis de los factores que influyen en la decisión de inscripción. Esta análisis adicional es útil en el ajuste de la política de admisión en la universidad y también para asegurar rentable gestión en el departamento de admisiones. "PredictingTheEnrollment Of Students At A University – A Case Study" se centra en el uso de NaïveBayes, uno de los Algoritmos de minería de datos para desarrollar un modelo para resolver el típico problema de un negocio en el departamento de admisiones de una universidad (HyperionSolutionsCorporation).

En la Universidad de San José, Estados Unidos (Saint Joseph'sUniversity), se desarrolló un proyecto llamado "Using Business Intelligence in CollegeAdmissions: A StrategicApproach", donde el propósito de este estudio es desarrollar un modelo predictivo para ayudar en la determinación de la probabilidad de éxito académico de estudiantes de primer año. Incorporar en el proceso de admisiones un modelo predictivo para identificar el potencial de éxito puede ser muy ventajoso. Las oficinas de admisiones de la Universidad están viendo un aumento porcentaje de la caída de solicitantes en una categoría marginal. Solicitantes marginales son libremente definidos como aquellos que no son categorizados como admitidos o rechazados. Las calificaciones de esto no estudiantes no son tan sólidos como los aspirantes de nivel superior pero significativamente mejor que los de los demás solicitantes. El uso de un modelo predictivo para determinar el potencial de los solicitantes de tener un promedio de calificaciones fuerte (Grade Point Average - GPA) al final del primer año debería ayudar para la toma de decisiones de admisión de los solicitantes marginales (W. O Dale Amburgey, John C. Yi, 2011).

Por otro lado en la Universidad Santa María (USM) en Chile que a través de los años ha acumulado gran cantidad de información valiosa que de alguna manera se han visto en la necesidad de capitalizar para poder mejorar sus procesos académicos tanto en su Casa Central como en otros Campus y Sedes a través del país(Microsoft Chile, 2011). Para los usuarios estratégicos es necesario obtener información desde las diferentes sedes y de diversos ámbitos, ya sean académicos, financieros o de otra índole. Pero la información se encuentra dispersa en varias fuentes y sistemas de información, y esto dificulta la tarea de recopilación. La herramienta desarrollada permite la pronta disponibilidad de los datos en un repositorio centralizado, creado específicamente para los requerimientos de la universidad. También se tiene acceso por perfiles a la información, donde cada usuario tiene su propio perfil que le permite acceder solo a los reportes y/o cuadros de mando que requiere, agilizando los procesos claves de las áreas que lo requieran(Microsoft Chile, 2011).

En Perú, en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo toman un problema general el cual se basa en que las universidades presentan estructuras rígidas y son presionadas por el entorno cambiante, lo que afecta la calidad en ellas(Otake Oyama, 2010). Las Tecnologías de la Información (TI) son indiscutiblemente herramientas indispensables para generar ventaja competitiva. Aquí se realizó un trabajo se propone un modelo preliminar que implementa la sinergia de los modelos de BI y de TQM (Total Quality Management), tomando como punto clave la estrecha relación y las características similares que existen entre ellas. Este modelo sería aplicable principalmente en universidades latinoamericanas y sobretodo peruanas, dado las características particulares de éstas. La implementación del modelo permitiría la generación de ventajas competitivas en las universidades(Otake Oyama, 2010).

A nivel nacional encontramos proyectos con técnicas de BI, como en la Universidad Del Cauca, donde se implementó un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones para que directivos y profesores de Unicauca Virtual, puedan utilizar las ventajas de tecnologías como Data Warehouse y OLAP en el análisis de información generadas en la interacción del estudiante y el sistema gestor de aprendizaje(Mendoza, Cobos, Muños, Acosta, & Gómez Florez, 2006).

Otra aplicación a nivel nacional es la minería de datos al marketing educativo, realizada en la Universidad Sergio Arboleda, en donde se realiza la caracterización del perfil del estudiante desertor de la Escuela de Marketing y Publicidad de la mencionada universidad, bajo el estudio de variables demográficas del alumno con el registro de última matrícula del mismo semestre de abandono y las causas que lo generaron(Pinzón Cadena, 2011). Gracias a la aplicación de las técnicas de BI, se logró determinar entre otras cosas según los resultados analizados mediante los clúster, que el estudiante de la escuela de Marketing y publicidad sí es sensible a la deserción causada por el bajo nivel académico, Además que en la universidad, los embarazos a temprana edad de las estudiantes no son causa de deserción sino simplemente de aplazamiento de la carrera.

Estos resultados del estudio permiten mejorar e implementar estrategias para reducir la deserción en la Universidad al tener en cuenta los factores que realmente la generan(Pinzón Cadena, 2011).

A nivel local encontramos proyectos como el desarrollado en la Universidad del Magdalena, en el cual se realizó un sistema de apoyo a la toma de decisiones en proyectos educativos para población infantil vulnerable en el caribe colombiano. Uno de los principales objetivos era demostrar la utilidad de las técnicas de BI en contextos distintos a los negocios. En el proyecto Círculos de Aprendizaje se evidencio el uso de la solución desarrollada en decisiones como la asignación de tutores y compra de útiles teniendo en cuenta los resultados obtenidos por la solución de BI(Bustamante Martínez, Galvis Lista, González Zabala, & García Avendaño, 2011).



## 4. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL Y CONCEPTUAL

### 4.1 MARCO REFERENCIAL

#### 4.1.2 Grupo de Recursos Educativos y Administración de Laboratorios

Es una oficina adscrita a la Dirección Administrativa, encargados de gestionar los recursos tecnológicos, de laboratorios y espacios físicos para el desarrollo de actividades de la docencia, la investigación, extensión y proyección social, de forma que se asegure la eficiencia y eficacia en la prestación del servicio. La Dirección Administrativa para la prestación de los servicios, pone a disposición de los usuarios, un grupo de profesionales, auxiliares, técnicos y monitores, que se encargarán de dar trámite oportunamente a las solicitudes de los usuarios, de acuerdo con lo establecido en el proceso de Gestión de Recursos Educativos plasmado en el Sistema de Gestión de la Calidad para cada servicio.

Figura 7: Organigrama del Grupo de Recursos Educativos



Fuente: Grupo de Recursos Educativos

Son funciones del Grupo de Recursos Educativos y Administración de Laboratorios:

- Responder por la seguridad de los equipos, materiales, y demás insumos disponibles para la atención de los procesos académicos y de investigación.
- Programar y garantizar la prestación y utilización de los recursos educativos y de laboratorio.
- Llevar el inventario de todos los equipos, materiales, insumos y demás elementos bajo su responsabilidad.
- Programar, en coordinación con los decanos de facultad y directores, la prestación de los servicios requeridos en los procesos de formación e investigación.
- Propender por el eficiente y oportuno servicio a los profesores, investigadores, estudiantes y estamentos universitarios
- Realizar estudios y diagnósticos sobre las necesidades de equipos, materiales, insumos y demás elementos requeridos para apoyar los procesos de formación, investigación y extensión y, solicitar su inclusión en el Plan de Comprar.
- Llevar controles periódicos sobre el uso, mantenimiento, estado y disposición de equipos, insumos y demás elementos de laboratorio, así como de los recursos educativos.
- Informar sobre las situaciones que se presenten en el manejo, administración y disposición de equipos, elementos y demás insumos relacionados con los recursos educativos y los laboratorios.
- Llevar y actualizar la hoja de vida de los equipos y elementos a su cargo, registrar las novedades e informar sobre el cumplimiento de los contratos de mantenimiento y/o reparación.
- Realizar evaluaciones en procesos de contratación que se le asignen por parte del funcionario competente.
- Diseñar y aplicar el sistema de control interno correspondiente a los procedimientos ejecutados en el grupo de trabajo.
- Establecer indicadores de evaluación para el desempeño y la gestión del grupo de trabajo.
- Cumplir con las responsabilidades y deberes del Sistema de Gestión de la Calidad.

- Las demás que le sean asignadas por norma legal o autoridad competente de acuerdo con el área de desempeño del Grupo de trabajo.

Las tareas son llevadas a cabo por las personas que ocupan los siguientes cargos:

**Profesional Universitario Especializado:** Diseñar, desarrollar y ejecutar las actividades y procedimientos de la dependencia, teniendo en cuenta los recursos existentes, las normas técnicas o legales para el logro de los objetivos académicos, investigativos, de extensión y administrativos de la universidad.

**Grupo de apoyo TI y desarrollo de SIARE:** Diseño y desarrollo de plataforma SIARE, desarrollo y entrega de información para informes, personal perteneciente al CIDS (Centro de Investigación y Desarrollo de Software de la Universidad) que al que se le asigna colaborar con el área de recursos educativos de forma no exclusiva.

**Asistente:** Proporciona apoyo al Profesional Universitario Especializado. Su objetivo principal es ayudar a reducir la carga de trabajo del mismo para que los procedimientos y operaciones ocurran de forma eficiente.

**Coordinador:** Participar en el diseño, elaboración, seguimiento y evaluación de los proyectos y actividades encargados por el Profesional Universitario Especializado a cargo, así como también responder por el suministro de los elementos, recursos y apoyos necesarios para el desarrollo de lo mencionado.

**Técnico Laboratorio:** Ejecutar, apoyar y verificar el desarrollo de las actividades y procedimientos de los laboratorios de la Universidad, para cumplir oportuna, eficiente y eficazmente con los compromisos académicos y de investigación programados.

**Auxiliar:** Ejecutar, apoyar y verificar el desarrollo de las actividades y procedimientos, para cumplir oportuna, eficiente y eficazmente con los compromisos académicos y de investigación programados.

#### **4.1.3 Recursos con los que cuenta la dependencia**

La cantidad de recursos de los que dispone o administra la dependencia son los siguientes, obtenidos directamente de las bases de datos de la misma:

**Tabla 1: Elementos disponibles en la dependencia de Recursos Educativos**

<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>
Salones repartidos entre la Sede Principal y la Sede Centro ( <b>75</b> sede principal y <b>37</b> sede centro)	112
Auditorios	4
Clínica Odontológica	1
Cubículos para docentes	191
Espacios Abiertos	6
Laboratorios entre la Sede Principal y Sede Taganga ( <b>51</b> Sede Principal y <b>5</b> Sede Taganga)	56
Bloques de Oficinas	7
Salas de Atención de estudiantes en el Bloque Docente	10
Salas de Audiovisuales	2
Sala de Juntas en la Biblioteca	1
Salas de Informática	10
Computadores Portátiles	18
Computadores Portátiles para Postgrados	10
Extensiones Eléctricas	38
Grabadoras	13
Minicomponentes	4
Pantalla de proyección tipo marco (360x270)	2
Pantalla de proyección tipo trípode (180x180)	8
Papelografos	2
Parlantes	18
Proyector de acetatos	2
Proyector de filminas	3
Reproductor de DVD	9
Reproductor de VHS	5
Televisores	2
Video Beam	39
Video Beam para postgrados	13

*Fuente: Sistema de Información de Administración de Recursos Educativos, Copia de Base de Datos dada por Dependencia de Recursos Educativos y Adm. De Laboratorios, Diciembre 2012*

## **4.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **4.2.1 Fundamentos de Bases de Datos**

#### **4.2.1.1 Bases de Datos**

En cualquier tipo de actividad, se genera una cantidad indeterminada de información, la cual según su importancia, es necesario almacenarla para su uso posterior. El lugar donde se almacena esta información se conoce el nombre de “Base de Datos”, éste lugar puede ser tangible (físico) o intangible (lógico).

Expertos tienen diferentes puntos de vista que señalan al concepto anterior, tales como, una Base de Datos es un “fondo común de información almacenada en una computadora para que cualquier persona o programa autorizado pueda acceder a ella, independientemente de su procedencia y del uso que haga” (Pons Capote, 2005). Se puede ver entonces que las bases de datos contienen distintos tipos de información incluyendo la forma en que estos se relacionan como lo menciona (Rob & Coronel, 2003) “Una base de datos es una estructura de computadora integrada, compartida que aloja un conjunto de: Datos para el usuario final, es decir hechos en bruto interesantes para el usuario final. Metadatos o datos sobre datos mediante los cuales se integran los datos”.

#### **4.2.1.2 Sistema Gestor de Bases de Datos**

El conjunto de programas que administran y gestionan la información contenida en una base de datos que proporciona una interfaz entre los datos, los programas que los manejan y los usuarios finales, a esto lo llamamos “Sistema Gestor de Bases de Datos” (DBMS por sus siglas en ingles). Existen distintos objetivos que debe cumplir el SGBD:

**Abstracción de la información.** Los SGBD ahorran a los usuarios detalles acerca del almacenamiento físico de los datos. Da lo mismo si una base de datos ocupa uno o cientos de archivos, este hecho se hace transparente al usuario. Así, se definen varios niveles de abstracción.

**Independencia.** La independencia de los datos consiste en la capacidad de modificar el esquema (físico o lógico) de una base de datos sin tener que realizar cambios en las aplicaciones que se sirven de ella.

**Consistencia.** En aquellos casos en los que no se ha logrado eliminar la redundancia, será necesario vigilar que aquella información que aparece repetida se actualice de forma coherente, es decir, que todos los datos repetidos se actualicen de forma simultánea. Por otra parte, la base de datos representa una realidad determinada que tiene determinadas condiciones, por ejemplo que los menores de edad no pueden tener licencia de conducir. El sistema no debería aceptar datos de un conductor menor de edad. En los SGBD existen herramientas que facilitan la programación de este tipo de condiciones.

**Seguridad.** La información almacenada en una base de datos puede llegar a tener un gran valor. Los SGBD deben garantizar que esta información se encuentra segura de permisos a usuarios y grupos de usuarios, que permiten otorgar diversas categorías de permisos.

**Manejo de transacciones.** Una transacción es un programa que se ejecuta como una sola operación. Esto quiere decir que luego de una ejecución en la que se produce una falla es el mismo que se obtendría si el programa no se hubiera ejecutado. Los SGBD proveen mecanismos para programar las modificaciones de los datos de una forma mucho más simple que si no se dispusiera de ellos. Microsoft SQL Server es un sistema

de administración y análisis de bases de datos relacionales de Microsoft para soluciones de comercio electrónico, línea de negocio y almacenamiento de datos. MS SQL Server contiene varias tecnologías que permiten el manejo y análisis de datos, entre las que podemos encontrar:

- Motor de base de datos
- Data QualityServices
- AnalysisServices
- IntegrationServices
- Master Data Services
- Replicación
- ReportingServices

### **Motor De Base De Datos De SQL Server**

El Motor de base de datos es el servicio principal para almacenar, procesar y proteger los datos. El Motor de base de datos, proporciona acceso controlado y procesamiento de transacciones rápido, para cumplir con los requisitos de las aplicaciones consumidoras de datos más exigentes de su empresa.

Use Motor de base de datos para crear bases de datos relacionales para el procesamiento de transacciones en línea o datos de procesamiento analíticos en línea. Se pueden crear tablas para almacenar datos y objetos de base de datos como índices, vistas y procedimientos almacenados para ver, administrar y proteger los datos. Puede usar SQL Server Management Studio para administrar los objetos de bases de datos y SQL Server Profiler para capturar eventos de servidor.

### **AnalysisServices**

AnalysisServices proporciona un intervalo de soluciones para crear e implementar las bases de datos analíticas que se usan como respaldo para la toma de decisiones en las aplicaciones Excel, PerformancePoint, ReportingServices y otras de Business Intelligence. La base de una solución de AnalysisServices es un modelo de datos semántico de Business Intelligence y una instancia de servidor que crea instancias, procesos, consultas y administra los objetos de ese modelo.

Figura 8: Componentes que interconectan con AnalysisServices



Fuente: Microsoft MSDN Library

Microsoft SQL Server AnalysisServices (SSAS) ofrece funciones de procesamiento analítico en línea (OLAP) y minería de datos para aplicaciones de Business Intelligence. AnalysisServices admite OLAP y permite diseñar, crear y administrar estructuras multidimensionales que contienen datos agregados desde otros orígenes de datos, como bases de datos relacionales. En el caso de las aplicaciones de minería de datos, AnalysisServices permite diseñar, crear y visualizar modelos de minería de datos que se construyen a partir de otros orígenes de datos mediante el uso de una gran variedad de algoritmos de minería de datos estándar del sector.

### IntegrationServices

Microsoft IntegrationServices es una plataforma para la creación de soluciones empresariales de transformaciones de datos e integración de datos. IntegrationServices sirve para resolver complejos problemas empresariales mediante la copia o descarga de archivos, el envío de mensajes de correo electrónico como respuesta a eventos, la actualización de almacenamientos de datos, la limpieza y minería de datos, y la administración de objetos y datos de SQL Server.

Los paquetes pueden funcionar en solitario o junto con otros paquetes para hacer frente a las complejas necesidades de la empresa. IntegrationServices puede extraer y transformar datos de diversos orígenes como archivos de datos XML, archivos planos y orígenes de datos relacionales y, después, cargar los datos en uno o varios destinos.

IntegrationServices contiene un variado conjunto de tareas y transformaciones integradas, herramientas para la creación de paquetes y el servicio IntegrationServices para ejecutar y administrar los paquetes. Las herramientas gráficas de IntegrationServices se pueden usar para crear soluciones sin escribir una sola línea de código. También se puede programar el amplio modelo de objetos de IntegrationServices para crear paquetes mediante programación y codificar tareas personalizadas y otros objetos de paquete.

## ReportingServices

SQL Server ReportingServices dispone de una gama completa de herramientas y servicios listos para usar que le ayudarán a crear, implementar y administrar informes para la organización, así como de características de programación que le permitirán extender y personalizar la funcionalidad de los informes.

ReportingServices es una plataforma de informes basada en servidor que proporciona la funcionalidad completa de generación de informes para una gran variedad de orígenes de datos. ReportingServices incluye un conjunto completo de herramientas para que cree, administre y entregue informes, y las API que permiten a los desarrolladores integrar o ampliar el procesamiento de datos e informes en aplicaciones personalizadas. Las herramientas de ReportingServices funcionan en el entorno de Microsoft Visual Studio y están totalmente integradas con las herramientas y componentes de SQL Server.

Con ReportingServices, puede crear informes interactivos, tabulares, gráficos o de forma libre a partir de orígenes de datos relacionales, multidimensionales o basados en XML. Los informes pueden incluir visualización de datos avanzada, como diagramas, mapas y mini gráficos. Puede publicar informes, programar el procesamiento de los informes o acceder a informes a petición. Puede elegir entre varios formatos de visualización, exportar informes a otras aplicaciones, como Microsoft Excel, y suscribirse a los informes publicados. Los informes creados se pueden ver mediante una conexión basada en web o como parte de una aplicación de Microsoft Windows o un sitio de SharePoint. Puede crear también alertas de datos en los informes publicados en un sitio de SharePoint y recibir mensajes de correo electrónico cuando cambien los datos del informe.

## Business IntelligenceDevelopment Studio

Business IntelligenceDevelopment Studio es Microsoft Visual Studio 2008 con tipos de proyecto adicionales que son específicos de Business Intelligence de SQL Server. Business IntelligenceDevelopment Studio es el entorno principal que se utilizará para desarrollar soluciones empresariales que incluyan proyectos de AnalysisServices, IntegrationServices y ReportingServices. Cada tipo de proyecto proporciona plantillas para crear los objetos necesarios para las soluciones de Business Intelligence y ofrece varios diseñadores, herramientas y asistentes para trabajar con los objetos.

### 4.2.2Procesamiento Transaccional en Línea

Es un tipo de procesamiento que facilita y administra aplicaciones transaccionales, usualmente para entrada de datos y recuperación y procesamiento de transacciones (gestor transaccional). Los paquetes de software para OLTP (OnLineTransactionProcessing) por sus siglas en inglés, se basan en la arquitectura cliente-servidor ya que suelen ser utilizados por empresas con una red informática



distribuida. Este sustenta las operaciones diarias de la empresa y describe los requerimientos operacionales del sistema.

Este procesamiento se refiere a un tipo de cómputo en el cual el énfasis está en el procesamiento de las transacciones tal y como son recibidas por las aplicaciones. Las aplicaciones de bases de datos con procesamiento transaccional en línea (OLTP) son óptimas en el manejo de los datos que constantemente están cambiando y usualmente tienen un gran número de usuarios que están ejecutando transacciones simultáneamente y que actualizan o modifican los datos en tiempo real.

### **4.2.3 Inteligencia de Negocios**

#### **4.2.3.1 Definición**

La Inteligencia Empresarial, Inteligencia de Negocios o BI (del inglés businessintelligence) al conjunto de estrategias y herramientas enfocadas a la administración y creación de conocimiento mediante el análisis de datos existentes en una organización o empresa.

Inteligencia de negocios provee soluciones a nivel empresarial que permiten a los tomadores de decisiones transformar información clave de su negocio en acciones concretas traduciéndose en beneficios tangibles:

- Reducción de costos
- Mayor rentabilidad
- Mejores relaciones comerciales

Es posible diferenciar datos, informaciones y conocimientos, conceptos en los que se centra la inteligencia empresarial, ya que como sabemos un dato es algo vago, por ejemplo "10.000", la información es algo más preciso, por ejemplo "Las ventas del mes de mayo fueron de 10.000", y el conocimiento se obtiene mediante el análisis de la información, por ejemplo "Las ventas del mes de mayo fueron 10 000. Mayo es el mes más bajo en ventas".

Aquí es donde BI entra en juego, ya que al obtener conocimiento del negocio una vez capturada la información de todas las áreas en la empresa es posible establecer estrategias y cuáles son sus fortalezas y debilidades.

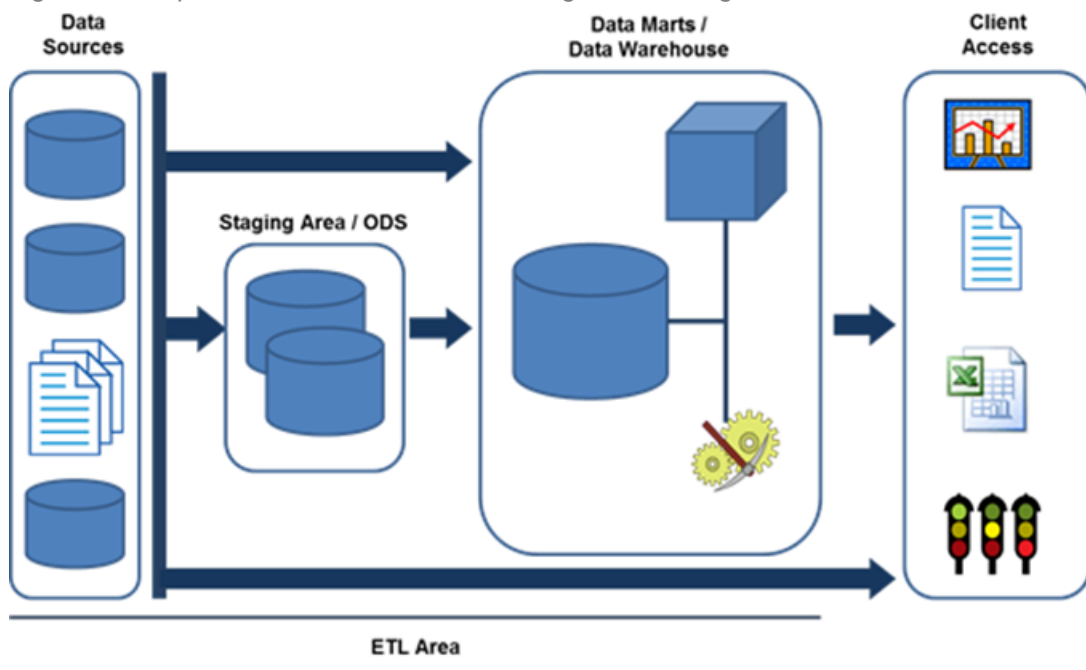
#### **4.2.3.2 Componentes de una solución de Inteligencia de Negocios**

Los componentes habituales de una solución de Inteligencia de Negocios (BI), básicamente están compuestos por las siguientes capas:

- Fuentes de datos: Diversos sistemas OLTP, ficheros Excel, ficheros planos, etc.

- Un Data Warehouse y/o diversos Data Marts: Son las bases de datos ya modeladas de forma multidimensional que se alimentan periódicamente mediante procesos ETL.
- Sistemas OLAP y de minería de datos: Aportan una nueva fuente de información que amplía la potencia de los sistemas de Inteligencia de Negocios.
- Herramientas analíticas y de presentación: Permiten al usuario de negocio poder acceder a la información, compartirla y analizarla.

Figura 9: Componentes de un sistema de Inteligencia de Negocios

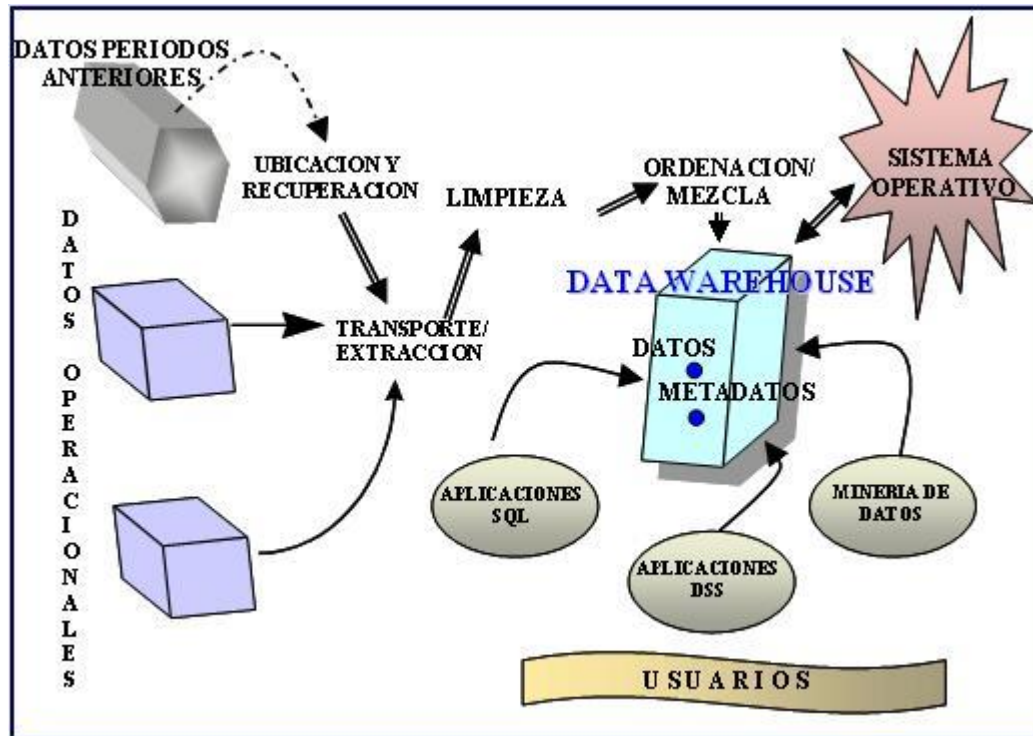


Fuente: (Ramos, 2011)

#### 4.2.3.3 Bodega de Datos

Un Data Warehouse (Bodega de Datos) es un conjunto de datos integrados orientados a una materia, que varían con el tiempo y que no son transitorios, los cuales soportan el proceso de toma de decisiones de la administración. Está orientada al manejo de grandes volúmenes de datos, provenientes de diversas fuentes, de muy diversos tipos. Estos datos cubren largos períodos de tiempo, lo que trae consigo que se tengan diferentes esquemas de los datos fuentes. La concentración de esta información está orientada a su análisis para apoyar la toma de decisiones oportunas y fundamentadas. Previo a su utilización se debe aplicar procesos de análisis, selección y transferencia de datos seleccionados desde las fuentes.

Figura 10: Componentes de una Bodega de Datos



**Datos Antiguos:** Tienen gran importancia en los procesos iniciales de población de la bodega de datos. Son datos de periodos anteriores. Pueden provenir de 20 años atrás, en algunos casos. La dificultad de ubicación, recuperación y transformación a los formatos requeridos (pueden estar incluso en documentos en papel) es uno de los problemas más usuales en proyectos de este tipo.

**Datos Operacionales:** Datos operativos actualizados por aplicaciones OLTP (On Line Processing Transaction. Procesamiento de transacciones en línea.). Están almacenados en las bases de datos en producción.

**Extractores de Datos:** Encargados del copiado y distribución de los datos de acuerdo con el diseño. Se determinan los datos a copiar, desde donde y hacia donde, periodos para las actualizaciones. Se determina si se realiza una regeneración (copia de la fuente de datos en su totalidad) o una actualización (solo se propagan los cambios). Los datos externos son adecuados y limpiados antes de ser sumados a la bodega de datos.

Son los enlaces entre los datos en producción y el Data Warehouse (generalmente de tipo relacional)

**Bodega de Datos:** El repositorio de datos actual. Organizada orientada a intereses concretos. Información histórica reflejando transacciones OLTP, acumuladas por años o en general por periodos largos. Se dice que son servidores de datos para apoyo de decisiones, que añade valor a los datos procedentes de las fuentes en producción. Contienen información detallada y agregada.

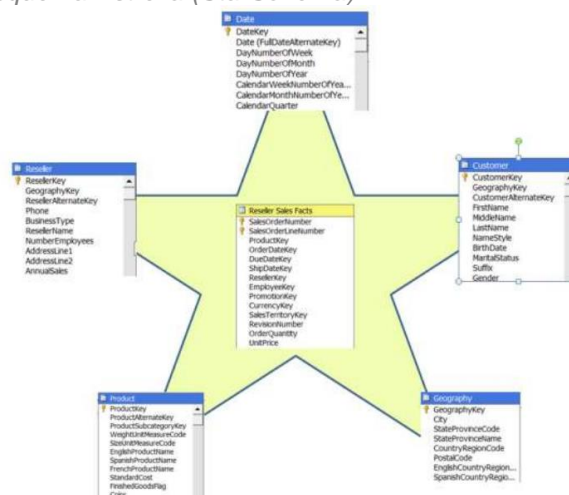
**Metadatos:** Los metadatos llevan registros de los datos almacenados, integrados en la misma base de datos. Describen el contenido de los objetos de la bodega de datos: las tablas, índices y el contenido de los datos. Los metadatos definen los formatos, significado y origen de los datos y facilitan el acceso y administración a los datos en la bodega.

Contienen la información de la fuente antes de ingresar a la bodega, el mapeo de los datos fuentes a datos en la bodega, historia de las extracciones, lógica y algoritmos usados para los procesos de datos (sumarización, organización, etc.) y la historia de los cambios en la bodega.

**Herramientas de Consultas y Extracción de Información:** Proveen la interfaz humana con la bodega de datos. En el procesamiento de la información se pasa de simples consultas SQL a OLAP y de esta a Minería de Datos.

**Esquema en estrella (starschema) y en copo de nieve (snowflakeschema):** Son opciones para modelar el Data Mart o Data Warehouse, comúnmente se usa el esquema de estrella salvo excepciones muy puntuales, en el que hay una única tabla central, la tabla de hechos, que contiene todas las medidas y una tabla adicional por cada una de las perspectivas desde las que queremos analizar dicha información, es decir por cada una de las dimensiones (Ramos, 2011).

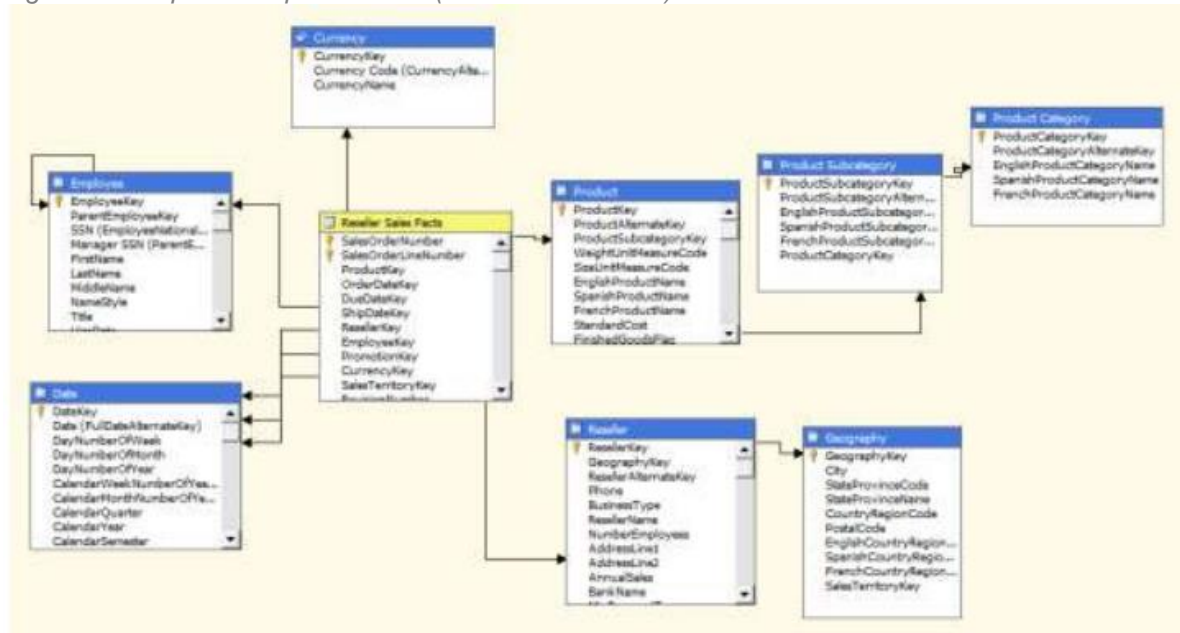
Figura 11: Ejemplo de Esquema Estrella (StarSchema)



Fuente: (Ramos, 2011)

El esquema en copo de nieve es una estructura más compleja que el esquema en estrella. La diferencia es que algunas de las dimensiones no están relacionadas directamente con la tabla de hechos, sino que se relacionan con ella a través de otras dimensiones (Ramos, 2011).

Figura 12: Esquema Copo de Nieve (SnowflakeSchema)



Fuente: (Ramos, 2011)

#### 4.2.3.4 Sistemas OLAP

El procesamiento analítico en línea OLAP (On Line Analytic Processing), es la componente más poderosa del Data Warehousing, ya que es el motor de consultas especializado del depósito de datos (Bernabeu, 2012).

Las herramientas OLAP, son una tecnología de software para análisis en línea, administración y ejecución de consultas, que permiten inferir información del comportamiento del negocio (Bernabeu, 2012).

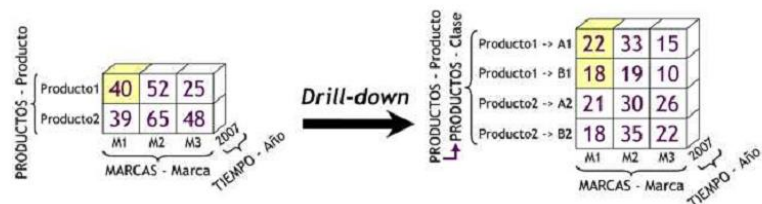
Su principal objetivo es el de brindar rápidas respuestas a complejas preguntas, para interpretar la situación del negocio y tomar decisiones. Cabe destacar que lo que es realmente interesante en OLAP, no es la ejecución de simples consultas tradicionales, sino la posibilidad de utilizar operadores tales como drill-up, drill-down, etc, para explotar profundamente la información (Dario, 2009).

En la base de cualquier sistema OLAP se encuentra el concepto de cubo OLAP (también llamado cubo multidimensional o hipercubo). Se compone de hechos numéricos llamados medidas que se clasifican por dimensiones. El cubo de metadatos es típicamente creado a partir de un esquema en estrella o copo de nieve, esquema de las tablas en una base de datos relacional. Las medidas se obtienen de los registros de una tabla de hechos y las dimensiones se derivan de la dimensión de los cuadros.

Los cubos OLAP son utilizados y explotados gracias a una serie de operaciones que permiten visualizar los datos que contiene, desde diferentes niveles de agregación y perspectivas. Algunas de las operaciones que se pueden realizar sobre los cubos son las siguientes:

**Drill-Down:** Desglosar una métrica de lo general a lo particular por la jerarquía de sus dimensiones. Es decir esta operación consiste en descender en la jerarquía.

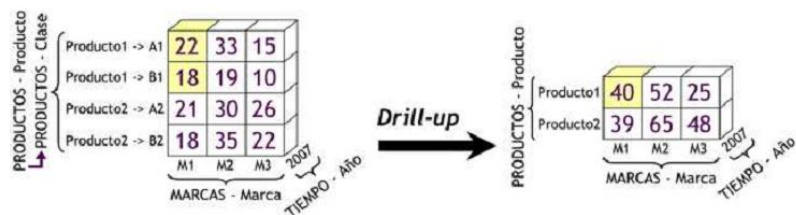
Figura 13: Ilustración de Drill-down



Fuente: Documento Grupo STI, Universidad Industrial de Santander, Propuesta de un modelo de ingeniería del software para el desarrollo de soluciones de inteligencia de negocios para equipos emprendedores

**Drill-Up:** Agregar una métrica de lo particular a lo general por la jerarquía de sus dimensiones. Es decir esta operación consiste en ascender en la jerarquía.

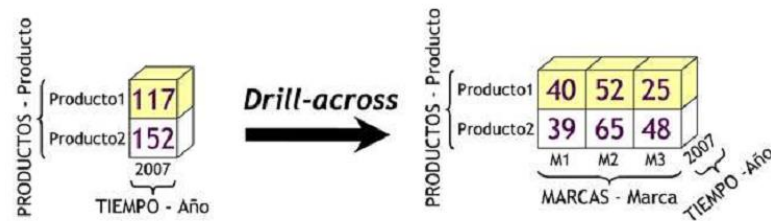
Figura 14: Ilustración Drill-Up



Fuente: Documento Grupo STI, Universidad Industrial de Santander, Propuesta de un modelo de ingeniería del software para el desarrollo de soluciones de inteligencia de negocios para equipos emprendedores

**Drill-across:** Es similar a la operación Drill Down pero sus operandos son las dimensiones por tanto el mayor nivel de detalle no se obtiene al descender en las jerarquías, sino agregando variables independientes al indicador o variable dependiente.

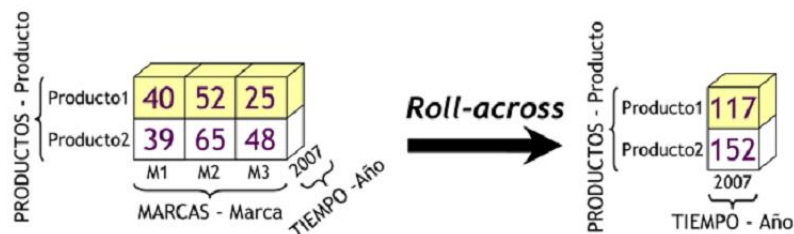
Figura 15: Ilustración Drill-across



Fuente: Documento Grupo STI, Universidad Industrial de Santander, Propuesta de un modelo de ingeniería del software para el desarrollo de soluciones de inteligencia de negocios para equipos emprendedores

**Roll-across:** Es la operación inversa a Drill-across y maneja una concepción similar a Drill Up, solo que a diferencia de la primera esta tiene un menor nivel de detalle, debido a supresión de variables, afectando directamente a la variable dependiente o indicador.

Figura 16: Ilustración Roll-across



Fuente: Documento Grupo STI, Universidad Industrial de Santander, Propuesta de un modelo de ingeniería del software para el desarrollo de soluciones de inteligencia de negocios para equipos emprendedores

**Slice:** Obtener un sub-cubo fijando una más de sus dimensiones.

**Dice:** Obtener un sub-cubo fijando dos o más de sus dimensiones.

Tradicionalmente, los sistemas OLAP se clasifican según las siguientes categorías:

## ROLAP

Implementación OLAP que almacena los datos en un motor relacional. Típicamente, los datos son detallados, evitando las agregaciones y las tablas se encuentran desnormalizadas. Los esquemas más comunes sobre los que se trabaja son estrella o



copo de nieve, aunque es posible trabajar sobre cualquier base de datos relacional. La arquitectura está compuesta por un servidor de banco de datos relacional y el motor OLAP se encuentra en un servidor dedicado. La principal ventaja de esta arquitectura es que permite el análisis de una enorme cantidad de datos.

## MOLAP

Esta implementación OLAP almacena los datos en una base de datos multidimensional. Para optimizar los tiempos de respuesta, el resumen de la información es usualmente calculado por adelantado. Estos valores pre-calculados o agregaciones son la base de las ganancias de desempeño de este sistema. Algunos sistemas utilizan técnicas de compresión de datos para disminuir el espacio de almacenamiento en disco debido a los valores pre-calculados.

## HOLAP (Hybrid OLAP)

Almacena algunos datos en un motor relacional y otros en una base de datos multidimensional.

*Tabla 2: Clasificación de sistemas OLAP y características*

Formas de Almacenamiento	Ubicación de almacenamiento por nivel de detalle de los datos	Ubicación de almacenamiento por agregaciones	Espacio requerido para almacenamiento.	Tiempo de respuesta de las consultas	Tiempo de procesamiento	Demora
MOLAP	Bases de datos multidimensional	Bases de datos multidimensional	Medio	Rápido	Rápido	Alta
HOLAP	Base de datos relacional	Bases de datos multidimensional	Pequeño	Medio	Rápido	Media
ROLAP	Base de datos relacional	Base de datos relacional	Grande	Lento	Lento	Pequeña

Las aplicaciones OLTP se caracterizan por la creación de muchos usuarios, actualizaciones o recuperación de registros individuales. Por consiguiente, las bases de datos OLTP se perfeccionan para actualización de transacciones. Las aplicaciones OLAP son usadas por analistas y gerentes que frecuentemente quieren una vista de datos de nivel superior, como las ventas totales por línea de producto, por región, etc. Las bases de datos OLAP normalmente se actualizan en lote, a menudo de múltiples fuentes, y proporcionan un back-end analítico poderoso a las aplicaciones de múltiples usuarios. Por tanto, las bases de datos OLAP se perfeccionan para el análisis.

Las aplicaciones OLTP tienden a tratar con datos atomizados “registro a un tiempo”, considerando que las aplicaciones de OLAP normalmente se tratan de los datos resumidos. Mientras las aplicaciones OLTP generalmente no requieren de datos



históricos, casi cada aplicación de OLAP se preocupa por ver las tendencias y por consiguiente requiere de datos históricos. Mientras las aplicaciones OLTP y bases de datos tienden a ser organizados alrededor de procesos específicos (como ordenes de entrada), las aplicaciones OLAP tienden a ser “orientadas al tema”, respondiendo a preguntas como “¿Qué productos están vendiendo bien?” o “¿Dónde están mis oficinas de ventas más débiles?”.

#### 4.2.3.5 Modelo de madurez de las soluciones de inteligencia de negocios

W. W. Eckerson (The Data WarehouseInstitute) propone un modelo de seis etapas de madurez para una organización: Prenatal, párvulos, niño, adolescente, adulto y sabio; donde el valor del negocio incrementa en la medida que la solución de inteligencia de negocios va pasando a través de cada una de las etapas. A partir de este modelo se deben diseñar herramientas que permitan identificar en qué etapa de inteligencia de negocios puede situarse la dependencia de recursos educativos, para así diseñar planes de acuerdo a las necesidades y recursos de la misma.

Tabla 3: Modelo de Madurez de las Soluciones de Inteligencia de Negocios

	Prenatal	Párvulos	Niño	Adolescente	Adulto	Sabio
Arquitectura	Reportes administrativos	Spreadmarts	Datamarts	Datawarehouse	Enterprise Warehouse	Analyticalservices
Alcance	Sistema	Individual	Departamental	Divisional	Empresarial	Inter-Empresarial
Tipo de sistema	Financiero	Ejecutivo	Analítico	Monitoreo	Estratégico	Servicio de Negocio
Analíticas	Reportes impresos	Reportes sumidos	Reportes interactivos	Dashboard	Scorecard en cascada	Inteligencia de negocios embebida
Usuarios	Todos	Analistas	Trabajador de conocimiento	Directores	Ejecutivos	Clientes
Enfoque de inteligencia de negocios	¿Qué sucedió?	¿Qué puede pasar?	¿Por qué sucedió?	¿Qué está sucediendo?	¿Qué deberíamos hacer?	¿Qué podemos ofrecer?

Fuente: Documento Grupo STI, Universidad Industrial de Santander, Propuesta de un modelo de ingeniería del software para el desarrollo de soluciones de inteligencia de negocios para equipos emprendedores

## 5. JUSTIFICACIÓN

Actualmente las diferentes herramientas, estrategias y recursos que facilitan las TIC generan y a la vez permiten administrar grandes volúmenes de información de forma que se mejoren los procesos que llevan a cabo distintas organizaciones. A razón de esto la integración de las TIC en la Universidad del Magdalena y en sus distintas dependencias es un tema estratégico como se puede ver en el Eje estratégico 4 del plan de gobierno 2012-2016 (Universidad del Magdalena, 2012).

El crecimiento de la comunidad educativa y de la Universidad está generando un aumento significativo de la información, la cual es cada vez más compleja, voluminosa, difícil de manejar y de analizar por lo cual se necesitan herramientas TIC que permitan a las diferentes áreas y sus directivas manejar esta información, generar conocimiento a partir de ellas y tomar decisiones basadas en la realidad y situación actual de los procesos que se administran o desarrollan.

El presente proyecto pretende dotar a la dependencia de Recursos Educativos de la universidad del Magdalena de la primera versión de una solución de inteligencia de negocios que apoye los diferentes procesos y la toma de decisiones dentro de la misma.

EL proyecto permitirá a los diferentes integrantes de la dependencia y a las directivas conocer el estado de dependencia por medio de indicadores de rendimiento definidos conjuntamente con ellos, y de los servicios que presta con información actualizada que les facilitaría generar conocimiento y tomar decisiones pertinentes y oportunas que optimicen la calidad del servicio con mira al mejoramiento de los procesos internos de la universidad a través de la integración de las TIC en el entorno educativo y administrativo.

La solución planteada en este proyecto es acorde a los principios de la Universidad del Magdalena, mencionados en el plan de Gobierno 2012-2016 (Universidad del Magdalena, 2012), además de que tiene una justificación espacial en estos por lo que fomentar: la Equidad, definida como: “igualdad de condiciones y oportunidades para el acceso a la universidad, sus bienes y servicios, teniendo en cuenta las particularidades de los grupos vulnerables”; la Eficiencia que es la “prestación oportuna y a tiempo de los servicios institucionales”; Eficacia considerada como la “efectividad de los planes, programas y proyectos en el desarrollo institucional”; y Sostenibilidad que es el “desarrollo de acciones que garanticen la estabilidad y viabilidad financiera de la universidad manteniendo y mejorando significativamente la financiación concurrente a la institución que favorezca la ampliación de la oferta académica, así como de los beneficios y estímulos”.

La inteligencia de Negocios y sus herramientas permiten manejar grandes cantidades de datos sin importar la procedencia de los mismos, también permiten apoyar la toma de decisiones en base a los datos manejados por esta, generar informes, ya sean

predefinidos o a medida, realizar consultas dinámicas, manejar estadísticas, comparaciones e indicadores; todo lo anterior en tiempo real o con tiempos de actualización cortos, según las necesidades y recursos, ahorrando tiempo al personal que normalmente realiza todas estas labores. Estas ventajas y características permiten elegir la inteligencia de negocios como la herramienta a usar en problemáticas y oportunidades como las planteadas en el grupo de recursos educativos y administración de laboratorios.

En vista de lo anterior, desarrollar una solución de inteligencia de negocios es idónea para la Dependencia de Recursos Educativos de la Universidad del Magdalena que garantizara el acceso de los usuarios a los datos con independencia de la procedencia de éstos e irá más allá en la presentación de la información, de manera que estos tengan acceso a herramientas de análisis que les permitan seleccionar y manipular sólo aquellos datos que les interesen con un manejo conocido o familiar.

Esto significaría una mejora en los tiempos de respuesta al momento de ser necesarios los informes para diferentes fines, como lo son los reportes de uso de los recursos, rendición de cuentas, indicadores para la gestión de la calidad y ayuda a la toma de decisiones mediante el estudio de los mismos.

La solución de inteligencia de negocios propuesta se basa en la herramienta, Microsoft Business Intelligence Development Studio, en donde la administración de la información es más fácil ya que usa un entorno de BI centralizado y totalmente integrado, además permite la creación de informes para consultas; por otro lado al ser una herramienta de la misma familia a las usadas y licenciadas en la Universidad del Magdalena, se optimizan el tiempo de aprendizaje y la inversión requerida.

Finalmente con esta solución se espera generar mayor y mejor información que facilite los procesos y la toma de decisiones en base a esta información con miras a mejorar la calidad de los servicios de la Universidad del Magdalena.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. Objetivo General

Desarrollar una solución de inteligencia de negocios para la dependencia de recursos educativos de la Universidad del Magdalena, a partir del sistema transaccional existente que ofrezca gran escalabilidad, con el fin de realizar seguimiento a los procesos de la dependencia y apoyar la toma de decisiones por medio de la información recolectada por la solución.

### 6.2. Objetivos Específicos

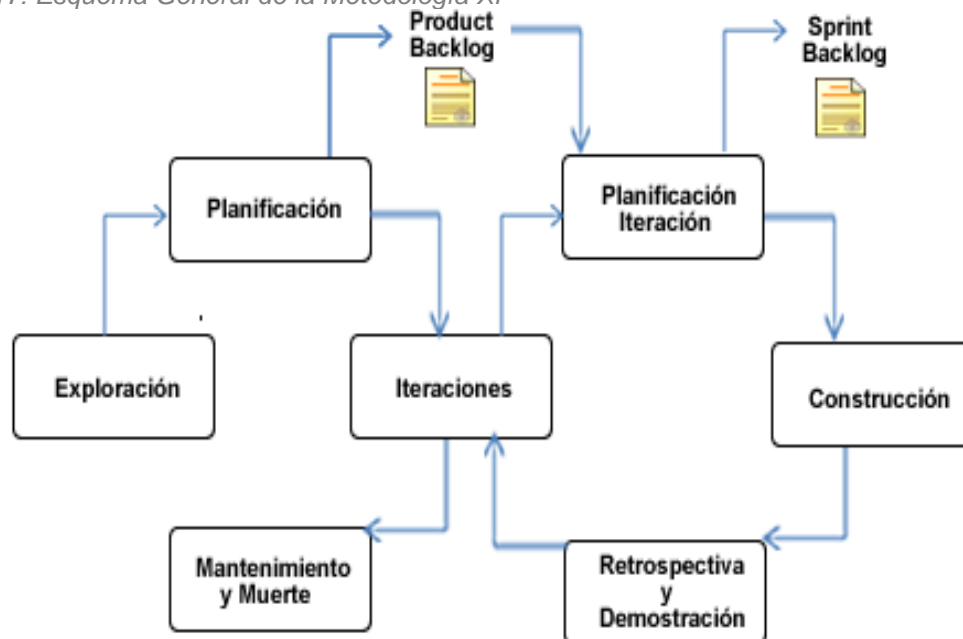
- Analizar y describir los procesos que se realizan en la dependencia de recursos educativos de forma que se entienda su funcionamiento.
- Determinar los datos que son generados por los procesos de la dependencia de recursos educativos, también el formato y los usuarios que lo utilizan con el fin de poder establecer requerimientos y posibles resultados de la solución y cambios en la toma y uso de los datos.
- Diseñar e implementar indicadores de rendimiento, Key Performance Indicators (KPI), que permitan conocer de manera rápida el estado actual de procesos como los préstamos, devoluciones, mantenimientos, etc., de forma que permitan tomar decisiones en tiempo real sobre estos procesos.
- Diseñar y desarrollar la bodega de datos, incluyendo modelo lógico y físico, que permita tener información oportuna, en el forma adecuado y con alto de rendimiento, de forma que pueda ser usada en la toma de decisiones para mejora o mantenimiento de sus procesos.
- Diseñar e implementar los procesos ETL (Extract, Transform and Load) que permitan tener los datos, provenientes distintas fuentes, en un formato adecuado para el análisis, el cual fue definido en la bodega de datos.
- Integrar la solución de BI con el sistema transaccional usado por la dependencia de recursos educativos de la Universidad del Magdalena, mediante la implementación de informes en plataformas que sean de fácil dominio para la gran mayoría de usuarios los usuarios, funcionarios y directivos de recursos educativos y de la Universidad, con el propósito de facilitar a los mismos el acceso a la solución propuesta.
- Crear y organizar manuales y guías necesarias para mejorar, ampliar y adaptar continuamente la solución de acuerdo a las necesidades y cambios que se generen de forma fácil y sin conocimientos avanzados de las herramientas.

## 7. METODOLOGÍA

Al tomar como base que el proyecto de desarrollo de esta solución de BI no tenía los requisitos suficientemente claros, sumado a la alta posibilidad de cambios y demanda de entregas frecuentes se utilizó un enfoque ágil para el desarrollo de la solución. En concreto, el método que se siguió para este proyecto fue una adaptación del método ágil Extreme Programming (XP), que permite un mayor énfasis en la adaptabilidad (Beck & Andres, 2004).

Para cumplir el propósito del desarrollo de una solución de Inteligencia de negocios, hubo la necesidad de modificar la fase de construcción de la metodología, definiendo sub – fases específicas de una solución de este tipo. La *Figura 17* el esquema general de la metodología XP.

*Figura 17: Esquema General de la Metodología XP*



Como se puede observar en la figura las fases de entendimiento del negocio son las dos primeras, la de exploración y de planificación, en las cuales se identificara como se realizan los procesos en la dependencia de recursos educativos y administración de laboratorios.

En la *Figura 18* , muestra la adaptación que se hizo de la fase de construcción. Adicionalmente en la *Tabla 4* se puede apreciar una descripción de cada sub – fase de la fase de construcción.

Figura 18: Adaptación a la Fase de Construcción

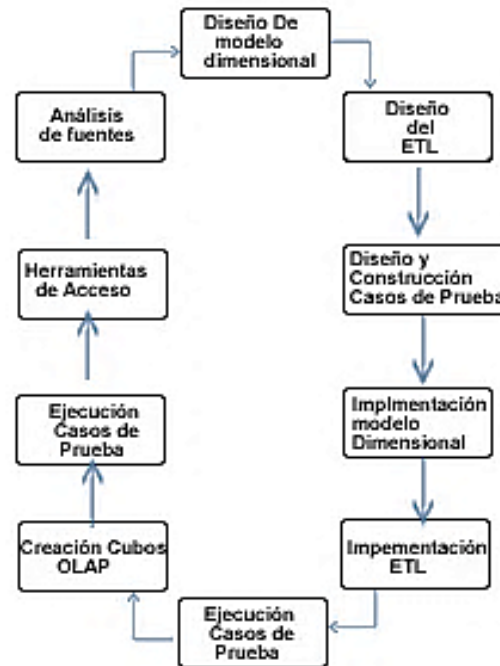


Tabla 4: Descripción de las Sub-fases de Construcción

Fases	Descripción
<b>Análisis de Fuentes (análisis del Negocio)</b>	Indagaciones con el equipo de TIC's y personal de la dependencia sobre su funcionamiento.
<b>Diseño del modelo dimensional</b>	Determinación de los procesos a modelar y dimensiones características
<b>Diseño del ETL</b>	Determinación de los datos necesarios para la bodega de datos, conversiones necesarias y carga de datos
<b>Diseño y construcción de los casos de prueba</b>	Elección de ejemplos, datos de prueba de forma aleatoria y comprobaciones de integridad de los datos
<b>Implementación modelos dimensional</b>	Transformación en código de los modelos.
<b>Ejecución casos de prueba</b>	Correr los casos de prueba diseñados
<b>Creación cubos OLAP</b>	Generación de la estructura multidimensional. Determinación de las medidas y creación de las jerarquías, KPIs y Agregaciones.
<b>Ejecución casos de prueba</b>	Correr los casos de prueba diseñados
<b>Desarrollo herramientas de acceso</b>	Consulta con usuarios sobre necesidades de informes.

## 7.1 Cronograma

Teniendo en cuenta la metodología se desarrolló el siguiente cronograma con las actividades a realizar durante el desarrollo del proyecto.

Figura 19: Cronograma de Actividades

ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Realizar Análisis del Negocio y de los Datos	■	■	■	■																				
1.1 Reunión con el equipo TI	■																							
1.2 Reunión con administrativos	■																							
1.3 Análisis de la lógica del negocio		■	■																					
1.4 Análisis de los datos			■	■																				
2. Planificar Iteración				■				■				■												
2.1 Desarrollar el objetivo de la Iteración				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
- Análisis de Requerimientos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
- Diseño del Modelo de Datos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
- Diseño de los paquetes ETL				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
- Diseño de los Cubos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
- Diseño de los Reportes				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
- Desarrollo y pruebas				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
- Reunión de revisión de la iteración						■				■				■										
2.2 Probar base de datos para demostración de prototipo																■	■	■	■	■				
3. Creación de manuales técnicos y de Usuario																		■	■	■	■			
4. Instalación y verificación de software																					■	■	■	■
5. Solución de problemas y soporte																							■	■

Del anterior cronograma hay que destacar que en cada iteración se realizan los poblamientos histórico e incremental de las bodegas de datos de la solución, como prueba de los diferentes paquetes ETL y cuyos resultados se pueden ver en el apartado de pruebas de los mismos.

También se debe mencionar que los manuales serán presentados al equipo de desarrollo y que serán usados para la instalación y verificación del software como método para verificarlos.

## 8. LIMITACIONES

Entre las limitaciones que encontramos para la realización del proyecto encontramos las siguientes:

- Volatilidad de la estructura de las bases de datos, modificación y creación de nuevas tablas.
- Pérdida de datos de un periodo académico completo por una falla física de los servidores.
- Abundante información pero en un periodo de tiempo relativamente corto (3 años).
- Limitaciones de tiempo por parte del equipo de desarrollo del área de recursos educativos.
- Falta de datos en bases de datos por no diligenciamiento completo de los formularios o ingreso de registros incompletos a la base de datos.

Es importante destacar que a pesar de la limitante de tiempo por parte del equipo de desarrollo de recursos educativos estos siempre apoyaron el proyecto y ofrecieron toda la colaboración que podían dentro de su ocupada agenda de trabajo y que las mayores limitantes son por cambios del sistema que está en constante mejora.



## 9. RESULTADOS ESPERADOS

### 9.1 Generación De Nuevo Conocimiento O Desarrollo Tecnológico

Tabla 5: Resultados Esperados, Generación de nuevo conocimiento o desarrollo tecnológico

Resultado/Producto	Indicador Verificable	Beneficiario
Acceso web para ver reportes y Consultar la información obtenida de los Cubos	Acceso al aplicativo por medio desde la intranet de la Universidad	Universidad del Magdalena, Comunidad en general
Documentación del proyecto	Documentos soporte: Informe del proyecto (documento final del proyecto de grado ), Guías de usuario, Manual Técnico y documentos anexos	Universidad del Magdalena, Equipo de Desarrollo del CIDS
Construcción de Indicadores de Rendimiento	Consulta de los indicadores de rendimiento (KPI) por medio de cualquiera de las plataformas dispuestas para la consulta de los Cubos OLAP	Universidad del Magdalena, Dependencia de Recursos Educativos

### 9.2 Fortalecimiento De La Capacidad Científica Nacional y la Consolidación de la Comunidad Científica Colombiana

Tabla 6: Resultado Esperados, Fortalecimiento de la capacidad científica nacional y a la consolidación de la comunidad científica colombiana

Resultado/Producto	Indicador Verificable	Beneficiario
Formación de dos ingenieros de sistemas con perfil investigador.	Proyecto desarrollado en la modalidad "Trabajo de investigación"	Programa de ingeniería de sistemas, Universidad del Magdalena
Fortalecimiento de los Grupos de Investigación del Programa de Ingeniería de Sistemas y del Centro de Desarrollo de SoftwareCIDS.	Formulación de ideas de proyectos de investigación en las líneas de desarrollo de software e inteligencia computacional.	Programa de ingeniería de sistemas – Universidad del Magdalena – Comunidad en general

### 9.3 Apropiación Social Del Conocimiento

Tabla 7: Resultados Esperados, Apropiación social del conocimiento

Resultado/Producto	Indicador Verificable	Beneficiario
Capacitación a personal del área en el uso de la herramienta.	Capacitación en el uso de la aplicación	Funcionarios de la dependencia de recursos educativos.
Divulgación de los resultados del proyecto en una revista científica del ámbito Local o nacional.	Envío del artículo a una revista indizada por Colciencias	Comunidad en General.

## 10. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 10.1 Análisis De La Dependencia Y De Los Datos

#### 10.1.1 Modelado Del Negocio

El modelamiento de los procesos a estudiar permite obtener una representación gráfica y estandarizada de cada tarea, actores, entradas, salidas que intervienen en la actividad modelada, con el fin de facilitar en entendimiento de la misma, facilitar su análisis, mejoramiento y modificación ante las exigencias, los cambios y los problemas que pueda tener los procesos.

Para la elaboración de los modelos se requirió adquirir información sobre los procesos, usando para ello dos fuentes:

- a) Entrevistas con el encargado de la dependencia de recursos educativos de la Universidad Del Magdalena.
- b) Consulta al Sistema de Gestión Integral de la Calidad "COGUI", a los manuales procedimentales RE-P01, RE-P02, RE-P03, RE-P04 y RE-P07.

Para comenzar se realizaron dos modelos iniciales basados en los documentos encontrados en "COGUI" mencionados anteriormente, con los cuales se logró identificar los actores del proceso y el flujo de información del mismo.

Posteriormente se realizó la entrevista con el ingeniero Gabriel, encargado a la fecha de la dependencia de recursos educativos donde definieron de manera clara los procesos en los que la dependencia está interesada, a saber Gestión de Equipos Audiovisuales y Gestión de Espacios físicos. Teniendo en cuenta esto se adelantaron los siguientes puntos:

1. Definición de Actores que intervienen en el proceso, entre los que se encuentran estudiantes, profesores, funcionarios de facultades, directores de programa, auxiliar de recursos educativos y funcionarios de la Universidad del Magdalena.
  2. Identificación de las tareas por actor responsable o realizador de las mismas.
  3. Determinación del flujo principal de los procesos y sus variaciones o ramificaciones.
  4. Identificación de las entradas y salidas de los procesos.
  5. Definición de las fases de los procesos
- a) Gestión de Equipos Audiovisuales:
    - Recibir Solicitudes

- Verificar disponibilidad
- Reservar recurso
- Prestar el equipo
- Recibir el recurso

b) Gestión de Espacios físicos:

- Solicitar espacio
- Recibir solicitudes
- Distribuir los espacios
- Ajustar las asignaciones
- Publicar los espacios asignados

Finalmente gracias a las guías y documentación de los procesos modelados se logró establecer con gran facilidad los elementos del mismo y en base a la entrevista con el encargado de la dependencia se estableció que modelos simplificados eran los que mejor definían los procesos para facilitar su entendimiento y aplicación.

Figura 20: Procedimiento de verificación de disponibilidad de recurso audiovisual

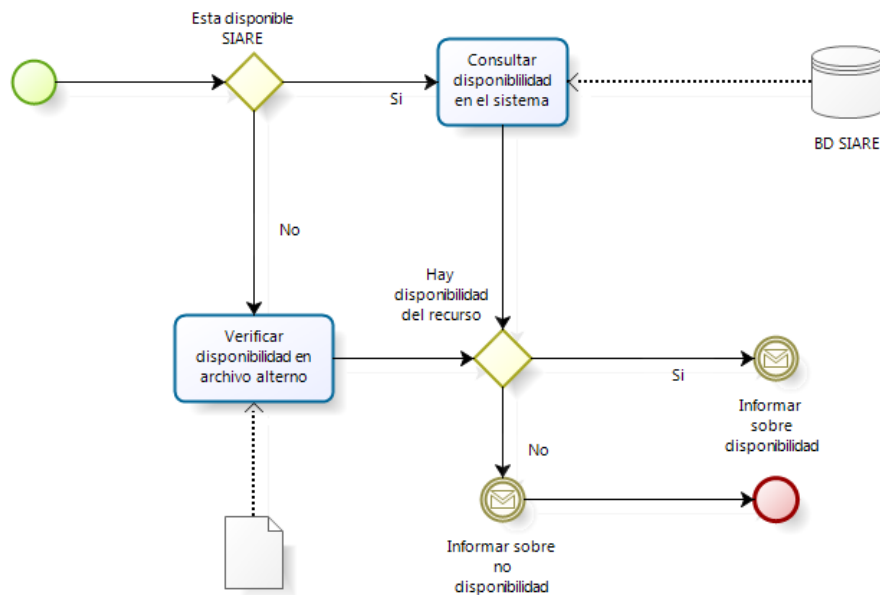


Figura 21: Procedimiento para la reserva y préstamo de Recursos Audiovisuales

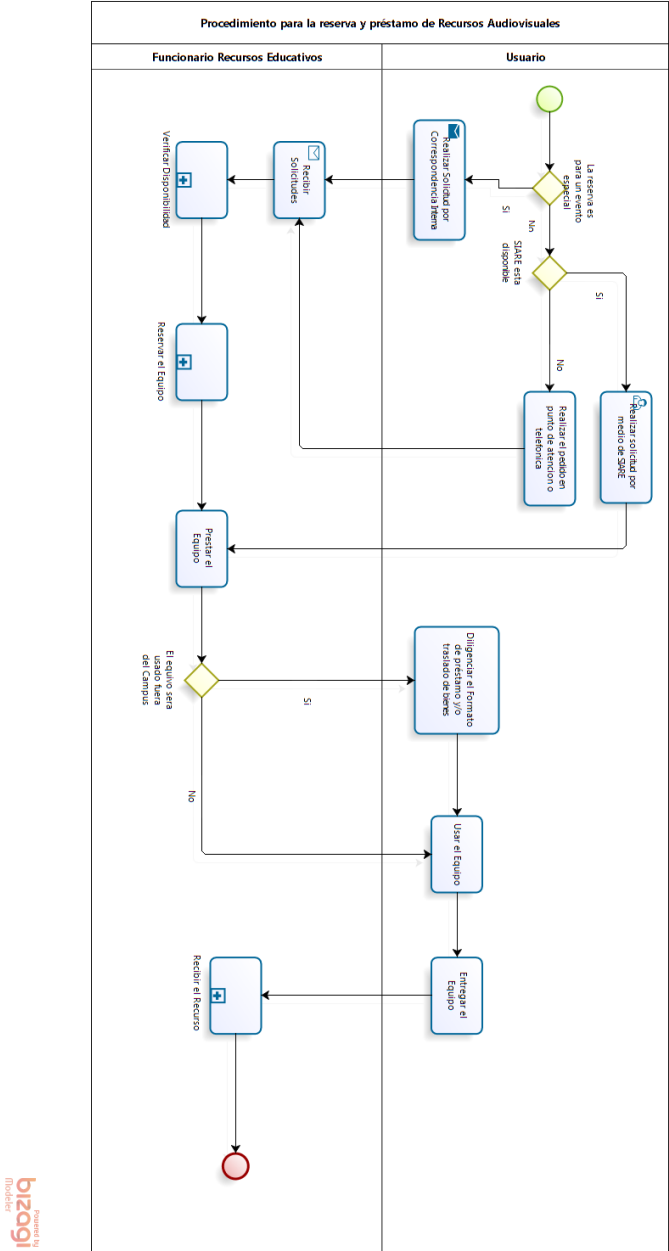
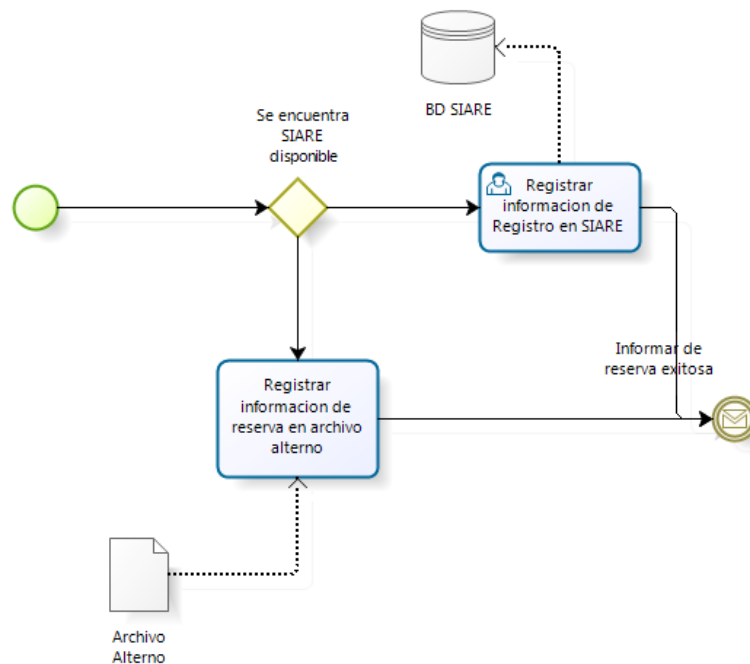
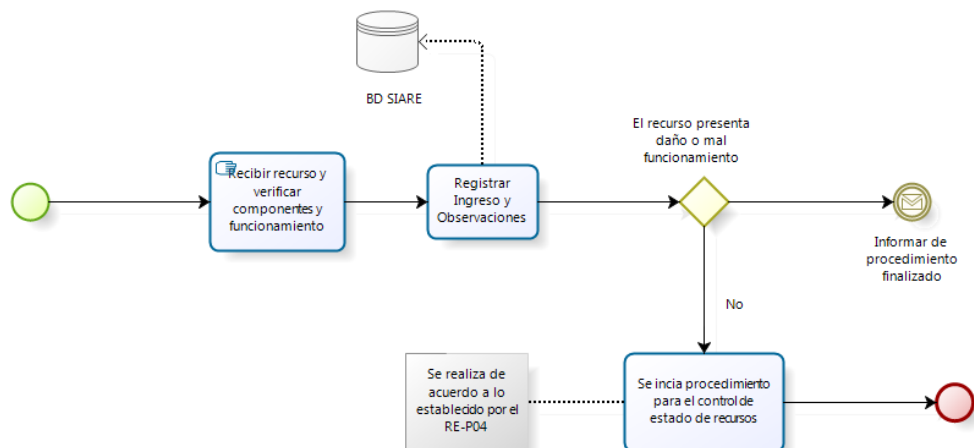


Figura 22: Procedimiento de reserva de recurso audiovisual



Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Figura 23: Procedimiento de recepción de recurso audiovisual



Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Figura 24: Procedimientos Para Asignación De Espacios Físicos Clases Regulares

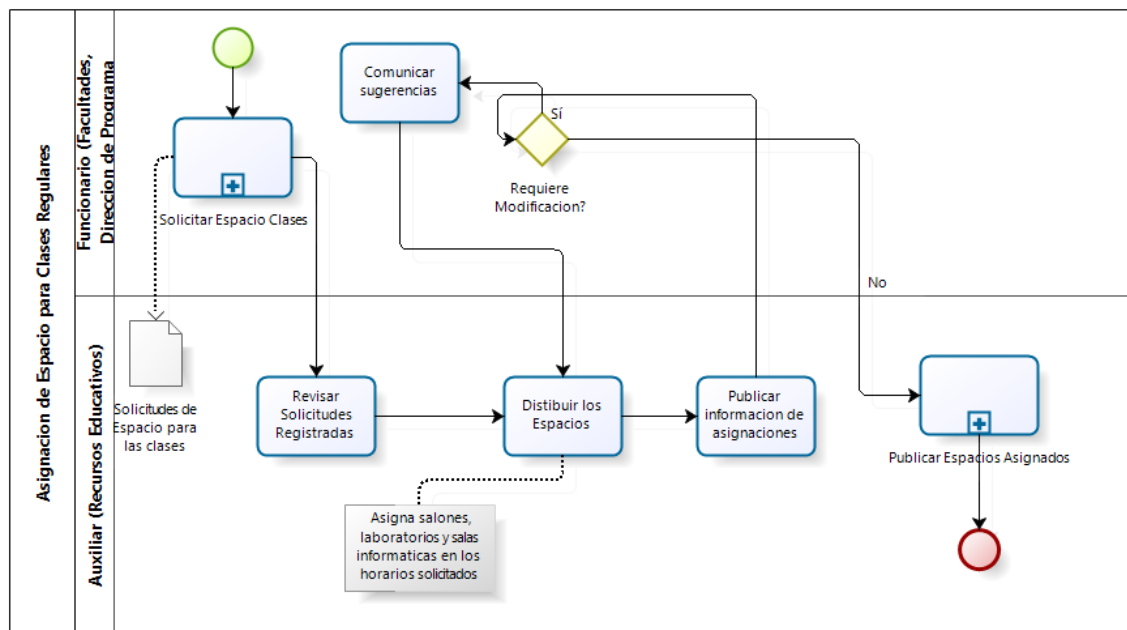


Figura 25: Procedimiento Asignación De Espacios Físicos Para Eventos

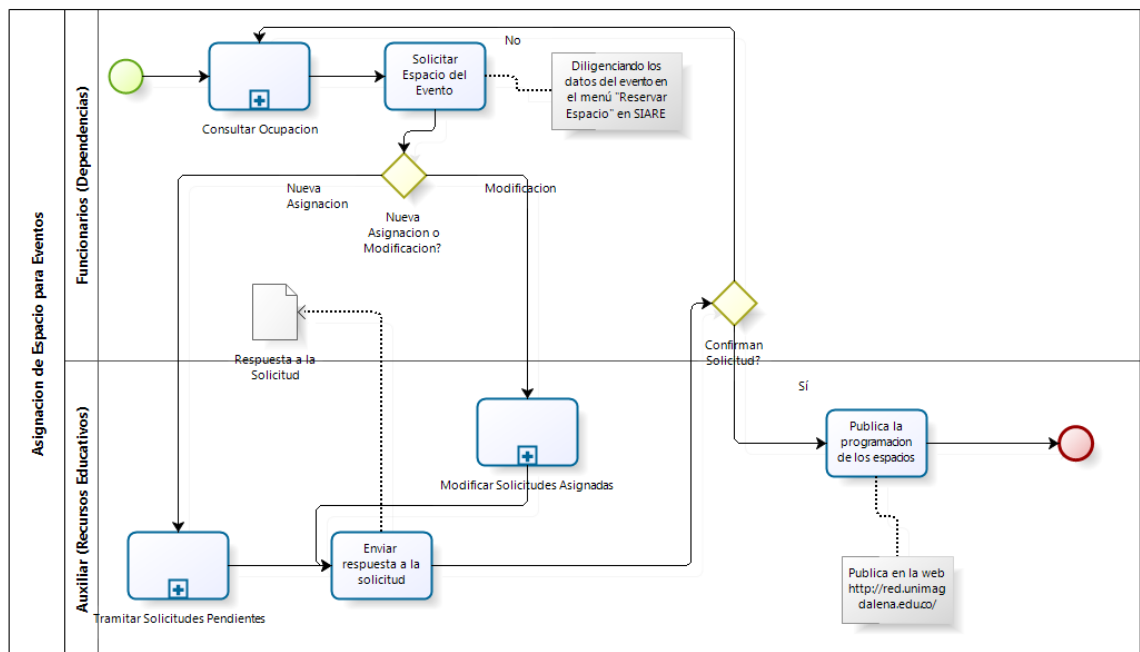


Figura 26: Procedimiento para Solicitar Espacio para Clases

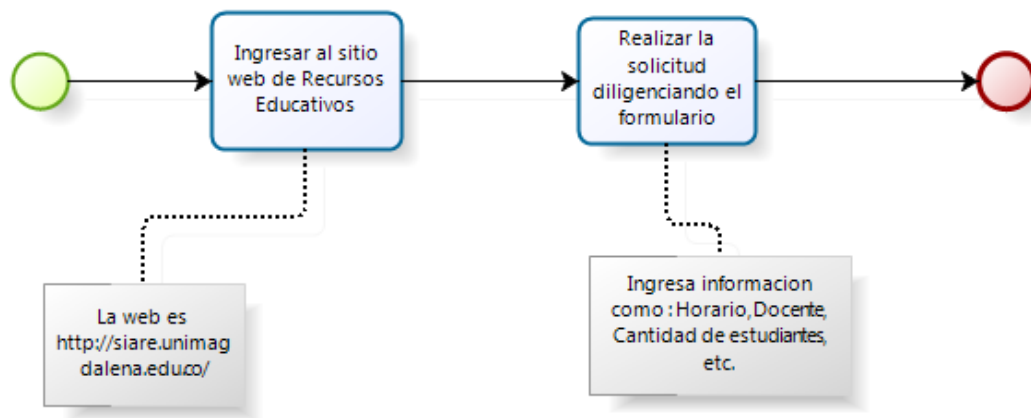


Figura 27: Procedimiento Para Publicar Espacios Físicos Asignados

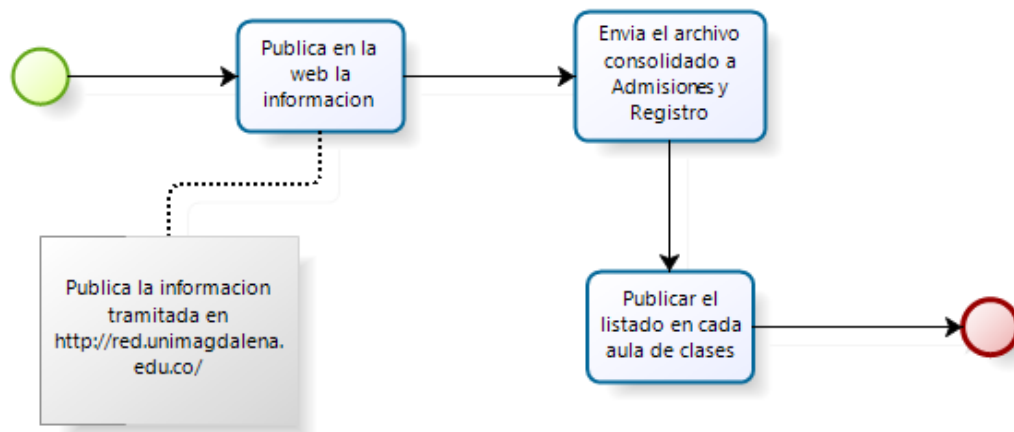


Figura 28: Procedimiento Para Consultar Disponibilidad De Espacio Físico

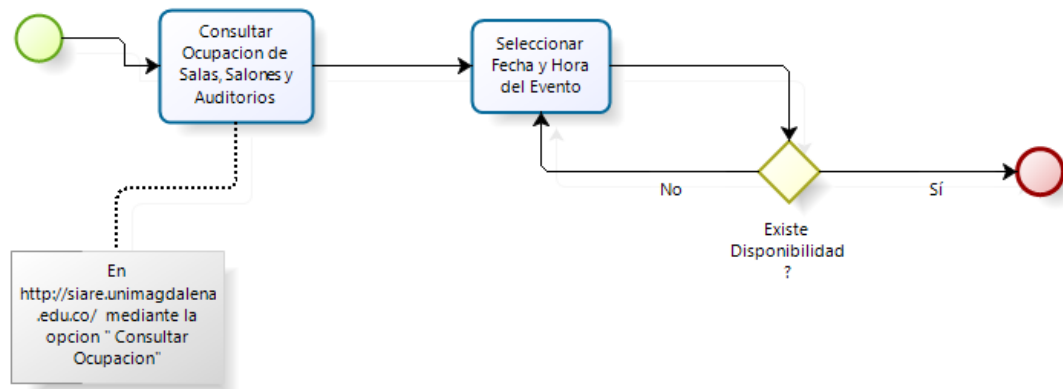


Figura 29: Procedimiento De Trámite De Solicitudes Pendientes

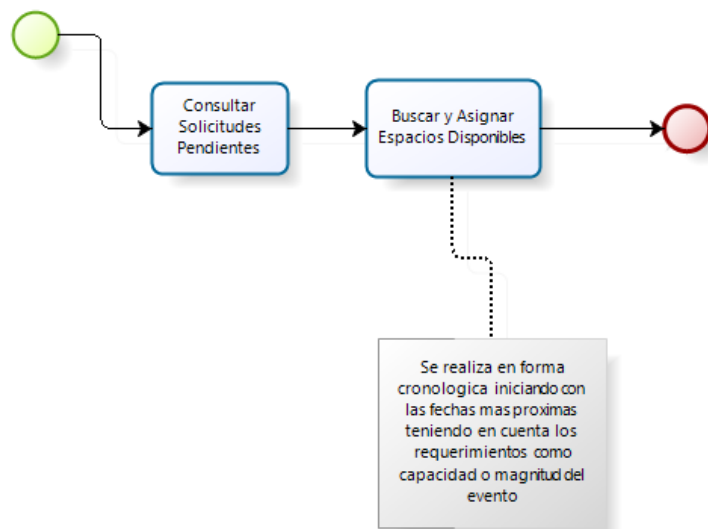
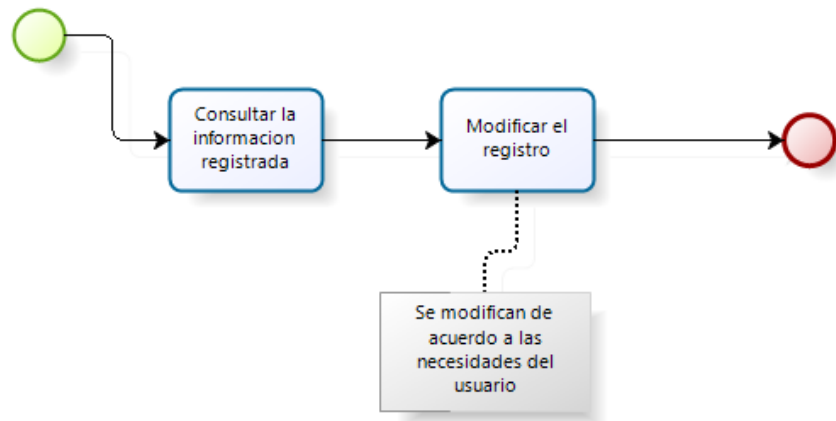




Figura 30: Procedimiento Para Modificar Solicitudes Asignadas



## 10.1.2 Análisis De Los Datos

### 10.1.2.1 Muestra De Los Datos En Tablas Seleccionadas

Teniendo en cuenta las 90 distintas tablas encontradas en la base de datos y siguiendo la lógica del negocio, a saber la reserva y asignación de recursos educativos, se puede apreciar cómo se encuentran contenidos los datos de las diferentes tablas, mediante el software libre WEKA se puede ver la distribución de los datos.

Los diferentes tipos de espacios disponibles son 11 (once), como se muestra en la siguiente figura:

Figura 31: Tipos de Espacios Disponibles

1	Salon
2	Sala Informatica
3	Laboratorio
4	Clinica
5	Espacio Abierto
6	Auditorio
7	Oficina
8	Sala de Juntas
9	Sala de Audiovisuales
10	Cubiculo
11	Sala de Atencion

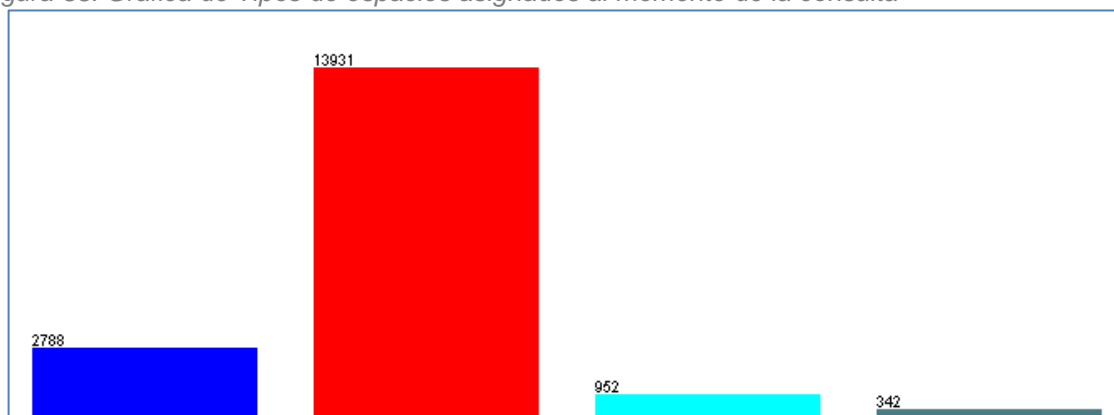
Tomado de resultados del software WEKA, Sistema de Información de Administración de Recursos Educativos, Copia de Base de Datos dada por Dependencia de Recursos Educativos y Adm. De Laboratorios, Diciembre del 2012

Cruzando diferentes tablas de interés estratégico se pueden apreciar algunos datos mediante el análisis de los resultados, en primer lugar con las tablas relacionadas a la reserva de espacios físicos, de 11 (once) tipos de espacios se puede encontrar en la base de datos solo son asignados según las tablas 4 (cuatro) tipos diferentes, como se puede apreciar en la siguiente imagen generada en WEKA:

Figura 32: Tipos de espacios asignados al momento de la consulta

No.	Label	Count
1	Laboratorio	2788
2	Salon	13931
3	Sala Informatica	952
4	Clinica	342

Figura 33: Grafica de Tipos de espacios asignados al momento de la consulta



En la imagen los datos corresponden de izquierda a derecha: Laboratorio, Salón, Sala de Informática, Clínica. Tomado de resultados del software WEKA, Sistema de Información de Administración de Recursos Educativos, Copia de Base de Datos dada por Dependencia de Recursos Educativos y Adm. De Laboratorios, Diciembre del 2012

También se puede apreciar los diferentes bloques en los que se realizan asignaciones de espacio, de los cuales tenemos 20 bloques tanto en la sede principal como en sedes alternas.

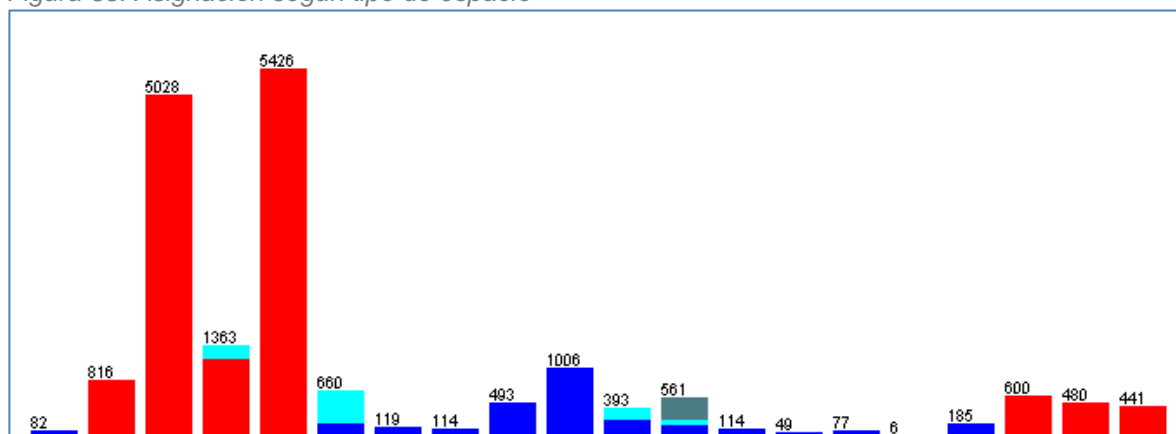
Figura 34: Bloques o Lugares de la Universidad del Magdalena

No.	Label	Count
1	HANGAR B	82
2	BLOQUE 2	816
3	CIENAGA GRANDE	5028
4	BLOQUE 8	1363
5	SIERRA NEVADA	5426
6	BLOQUE 3	660
7	TAGANGA	119
8	GRANJA	114
9	HANGAR A	493
10	BLOQUE 6	1006
11	BLOQUE 4	393
12	BLOQUE 5	561
13	BLOQUE 9	114
14	HANGAR D	49
15	HANGAR C	77
16	HANGAR E	6
17	SITIOS EXTERNOS	185
18	SEGUNDO PISO CENTRO	600
19	TERCER PISO CENTRO	480
20	CUARTO PISO CENTRO	441

Tomado de resultados del software WEKA, Sistema de Información de Administración de Recursos Educativos, Copia de Base de Datos dada por Dependencia de Recursos Educativos y Adm. De Laboratorios, Diciembre del 2012

Las asignaciones que se realizan según el tipo de espacio en los diferentes bloques se pueden ver en la siguiente imagen, que también nos permite hacer una idea de los distintos tipos de espacios que hay en los bloques, los colores representan el tipo de espacio según los colores de la **Figura 33**, y los espacios se encuentran en orden según la tabla anterior de izquierda a derecha.

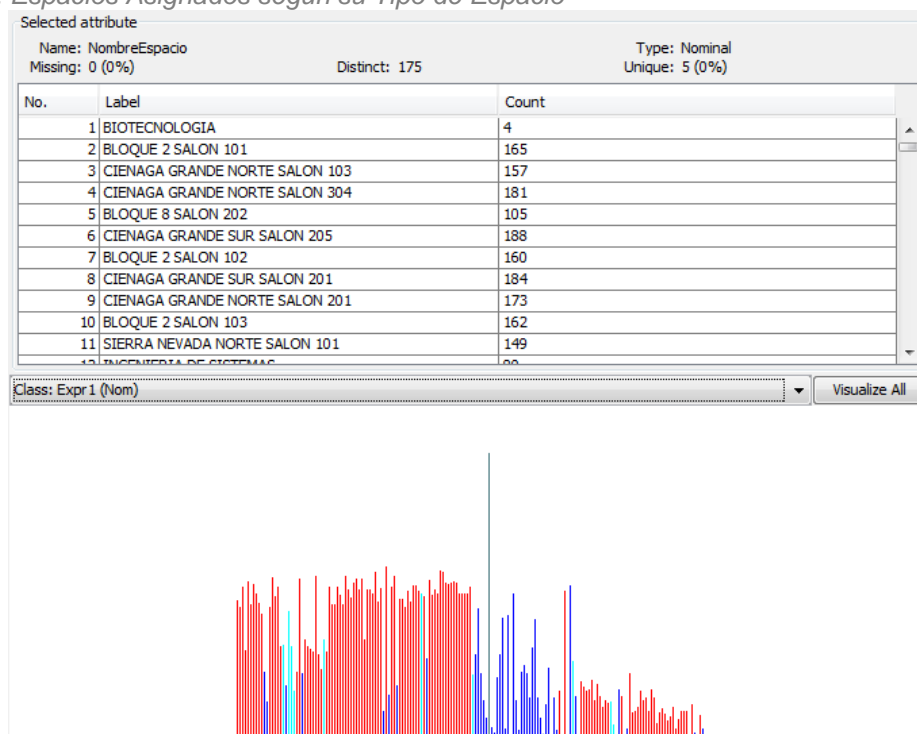
Figura 35: Asignación según tipo de espacio



De lo anterior se puede apreciar que la mayor cantidad de asignaciones se realizan en los bloques Ciénaga Grande y Sierra Nevada.

También se puede ver en detalle cada espacio, por su tipo, que ha sido asignado, según la base de datos facilitada por la dependencia de recursos educativos, como se muestra en la siguiente figura, donde se destaca la aparición de 175 espacios diferentes.

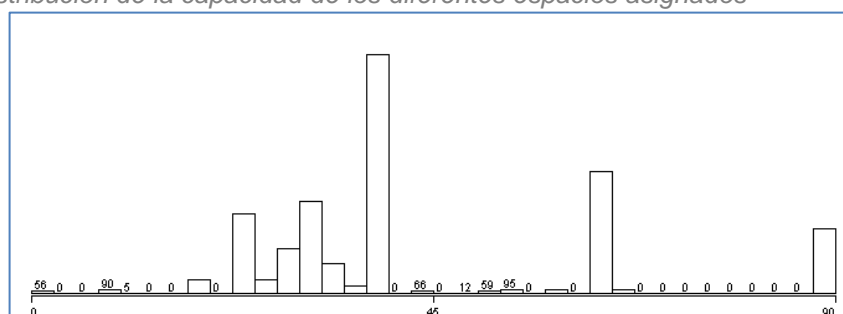
Figura 36: Espacios Asignados según su Tipo de Espacio



Tomado de resultados del software WEKA, Sistema de Información de Administración de Recursos Educativos, Copia de Base de Datos dada por Dependencia de Recursos Educativos y Adm. De Laboratorios, Diciembre del 2012

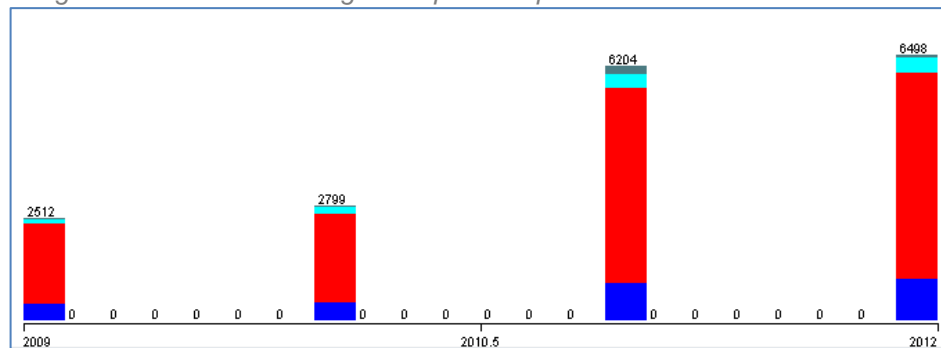
Otro dato que podemos obtener de la base de datos es la distribución de la capacidad de los diferentes espacios asignados, la cual tiene valores entre 0 (cero) y 90 (noventa), como se recoge de la siguiente figura.

Figura 37: Distribución de la capacidad de los diferentes espacios asignados



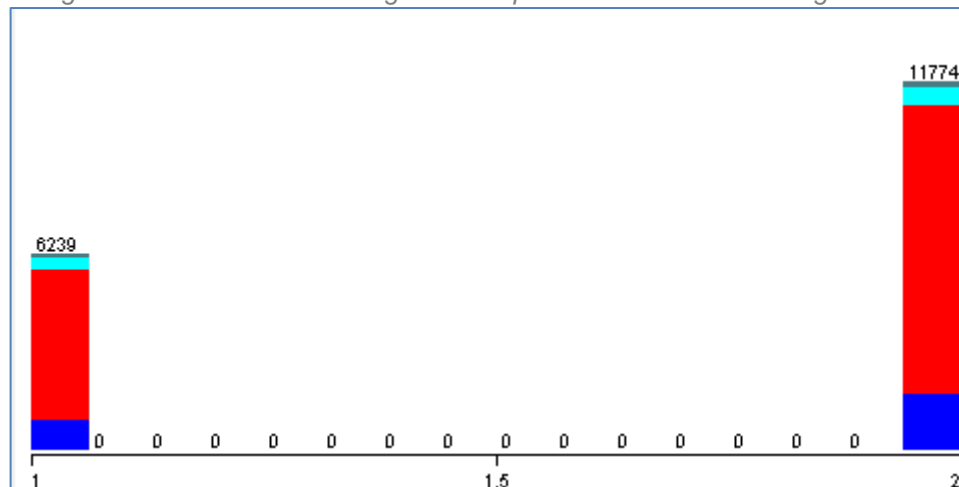
Además de los datos anteriores se pueden ver las asignaciones realizadas por años según el tipo de espacio, donde se puede ver un aumento significativo de las mismas lo que confirma el aumento de los datos manejados por la dependencia de recursos educativos los cuales pasaron de 2.512 en el año 2009 a casi 6.500 en el año 2012.

Figura 38: Asignaciones realizadas según el tipo de espacio del 2009 al 2012



Finalmente, con respecto a las asignaciones de espacios, podemos ver que la mayor cantidad de estas se han realizado en el segundo periodo académico del año, como se aprecia en la siguiente gráfica:

Figura 39: Distribución de asignaciones por semestre del año conglomerado



## 10.2 Análisis Y Determinación Plataforma BI

La elección de la plataforma BI a ser usada para realizar la solución de inteligencia de negocios es uno de los temas más importantes y significativos para el éxito de la solución porque de esta elección dependen entre otras cosas los costos, la viabilidad, escalabilidad y el talento humano necesario para aplicar la solución, partiendo de estos requisitos no funcionales se menciona por parte de los funcionarios de la dependencia y el equipo de desarrollo que es necesario que la solución sea lo más compatible con la plataforma

existente, que genere los menores costos a nivel financiero y que por la volubilidad y constante cambios de las bases de datos sea use una plataforma conocida, con gran documentación y que permita un fácil manejo por parte del equipo de desarrollo de manera que este pueda posteriormente mejorar, adaptar e incrementar las funcionalidades de la solución.

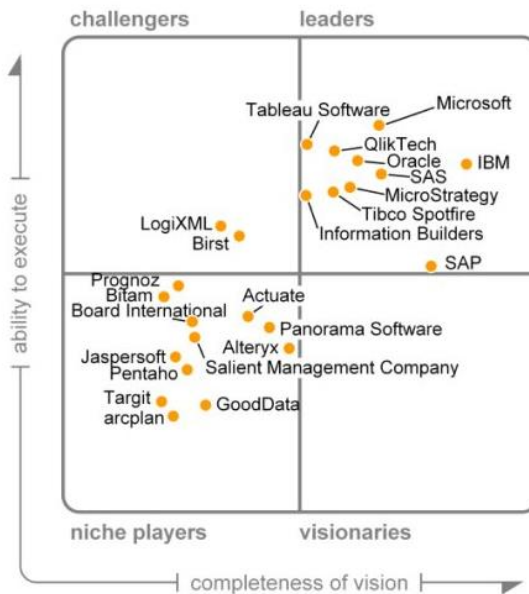
Según Rodríguez Y Cortés Aldana, para la elección de la plataforma de desarrollo se requiere un análisis donde diferentes criterios relevantes a la investigación y/o proyecto son evaluados para realizar la selección que más se acomode a las necesidades particulares o específicas de la solución.

Teniendo en cuenta esto se examinó, por los criterios dados, cuál debería ser la plataforma en la cual se desarrollara la solución, partiendo de la recomendación de maximizar o minimizar los siguientes ítems (Rodríguez & Cortés Aldana, 2012):

- Generación de base de datos alterna (Minimizar), este criterio evalúa la necesidad de crear una base de datos alterna para hacer compatible la plataforma a usar.
- Escalabilidad de volumen de datos (Maximizar). Se evalúa la capacidad de la plataforma para cambiar su configuración o tamaño según las demandas futuras que pueda generar.
- Soporte SQL sofisticado (Maximizar). Evalúa la disposición de un modelo de programación rápido y sencillo para desarrolladores, eliminando la administración de base de datos para operaciones estándar, y suministrando herramientas sofisticadas para operaciones más complejas.
- Reporte interactivo, complejo (Maximizar). Evalúa la capacidad de crear reportes formateados e interactivos, con una distribución altamente escalable y óptimas capacidades de programación.
- Integración (Maximizar). Evalúa la capacidad de diseño e implementación de la funcionalidad, la capacidad de enlace de la aplicación, el volumen del flujo de datos, y la capacidad de la infraestructura tecnológica.
- Soporte de dispositivo móvil (Maximizar). Evalúa la capacidad de la plataforma de permitir el acceso a dispositivos móviles inteligentes.
- Costo de Licencia principal (Minimizar). Costo que debe ser pagado por la empresa para instalar, acceder y estructurar la plataforma.
- Costo de Licencias adicionales (Minimizar). Corresponde a un incremento en las licencias diferente al pactado inicialmente, como por ejemplo en los casos que se necesitan para la implementación el uso de API's privadas o protegidas.
- Costo de capacitación (Minimizar). Costo de la capacitación por parte de la consultoría para instruir a los futuros usuarios y administradores de la plataforma.
- Costo de mantenimiento (Minimizar). Valor que debe ser pagado como rubro de mantenimiento de la plataforma.

También se relacionó el análisis realizado por la consultora Gartner, resumido en la figura, el cual muestra las principales opciones de plataformas de BI, entre las cuales destacan tres (3): Microsoft, IBM y SAP.

Figura 40: Cuadrante Mágico de Plataformas para Inteligencia de Negocios



Fuente: (Gartner Inc., 2013)

En la figura podemos ver cómo, según la consultora Gartner, se clasifican las plataformas BI, partiendo de su habilidad de ejecución y lo completa de la solución, ubicando en un cuadrante a las soluciones líderes.

Por lo anteriormente expuesto, y partiendo de que la plataforma de bases de datos y tecnológica existente, se optó por desarrollar la solución por medio de la plataforma ofrecida por Microsoft, la cual no solo ofrece un equilibrio entre facilidad de ejecución e integración, sino que también cumple de mejor manera los criterios expuestos al principio, y permitiría, por la experiencia y estabilidad de Microsoft, establecer una base para escalar, a mediano y largo plazo, la solución BI propuesta.

### 10.3Diseño De La Bodega De Datos

Para diseñar la bodega de datos o Data Warehouse hay que decidir cuál esquema se debe implementar para la estructura más óptima. Se decidió realizar el esquema estrella, que según (Ramos, 2011) es la opción más común para modelar la base de datos. Además, el modelo en estrella, aunque ocupa más espacio en disco (dato cada vez

menos significativo), es “más simple de entender por el usuario y ofrece un mejor rendimiento a la hora de ser consultado” (Ramos, 2011).

La bodega de datos utilizada se puede dividir en 8 secciones de datos, una por cada proceso analizado. Los procesos en los cuales se divide este almacén de datos son préstamo de equipos audiovisuales, reserva de equipos audiovisuales, mantenimiento de equipos audiovisuales, novedades de equipos audiovisuales, devolución de equipos audiovisuales, asignación de clases, asignación de espacios físicos y reserva de espacios físicos. Cada uno de estas secciones representa las diferentes “Estrellas” donde la tabla Fact\_ define el proceso y las Dim\_ las características del mismo. Según lo anterior también se tiene 8 tablas Fact\_ correspondientes a los procesos, de acuerdo a los datos encontrados en las bases de datos originales se modelaron las características de cada proceso con la estructura estrella.

Los modelos o diagramas estrella de cada sección son el esquema lógico de la bodega de datos y representan las relaciones entre las diferentes tablas, a continuación se muestran los diferentes esquemas para cada proceso, para tener en cuenta que las relaciones entre las tablas se da por las llaves de la respectiva tabla en la tabla central de la estrella.

Figura 41: Diagrama Estrella de Prestamos

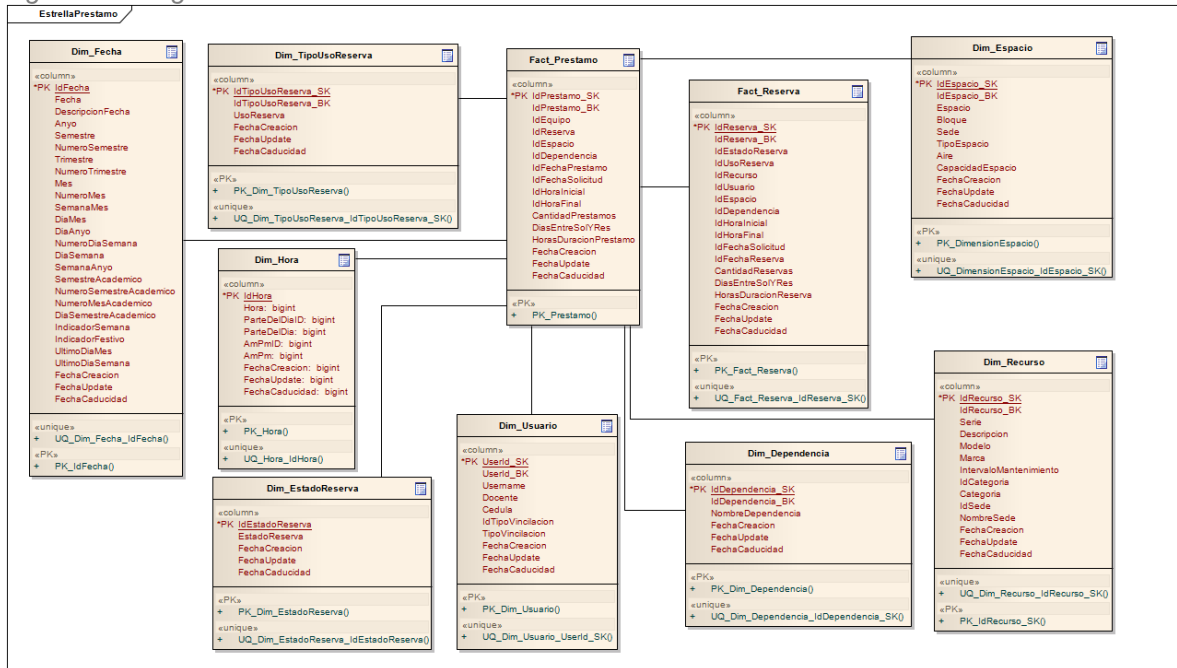




Figura 42: Diagrama Estrella de Asignación de Clases

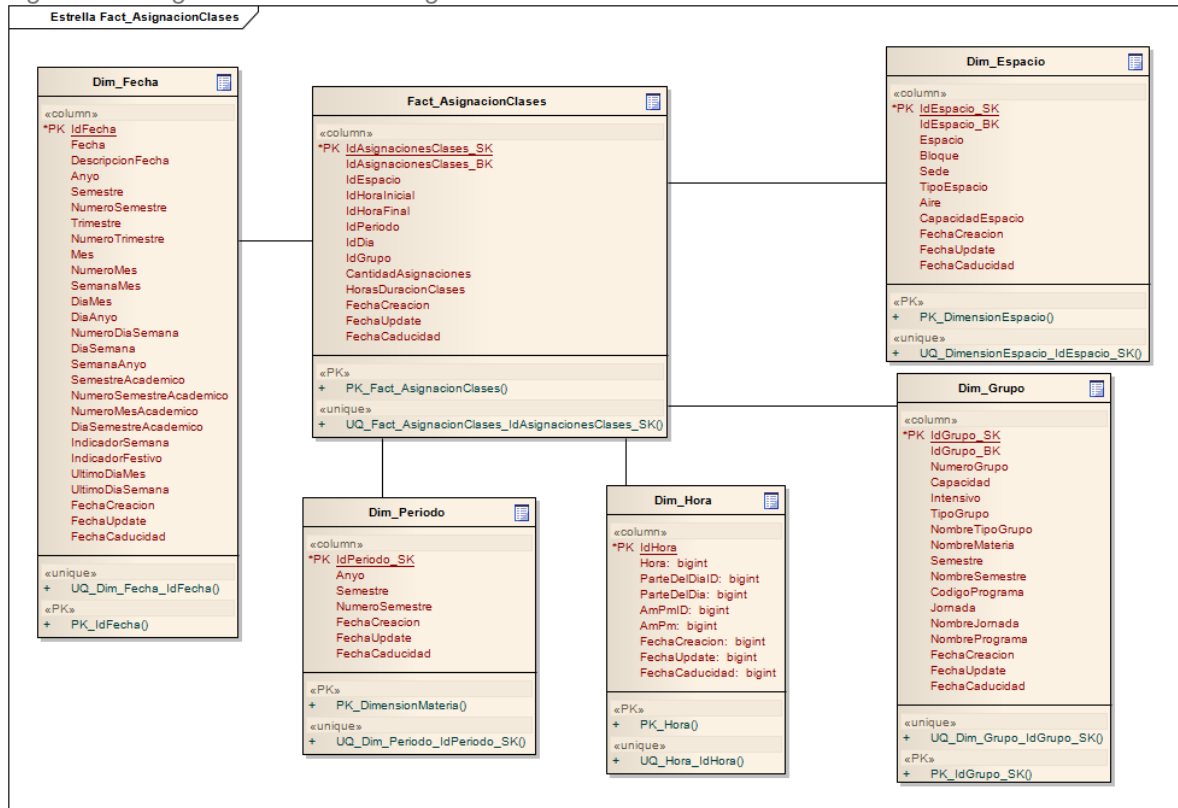


Figura 43: Diagrama Estrella de Asignación de Espacios

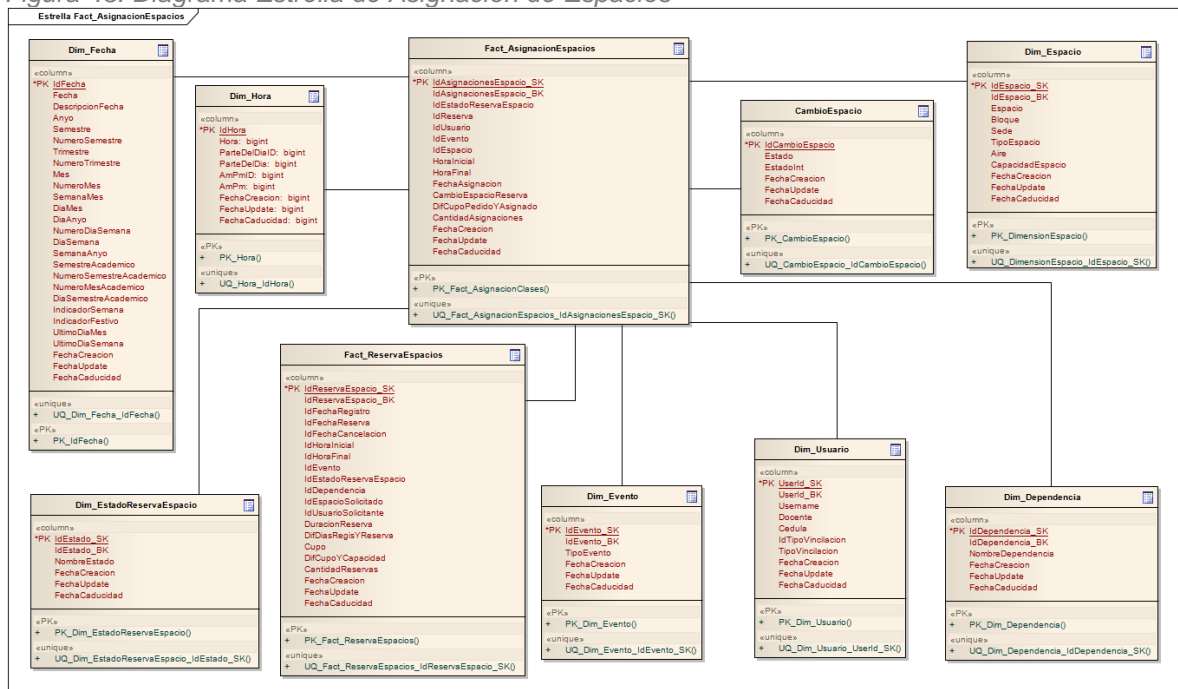


Figura 44: Diagrama Estrella de Devoluciones

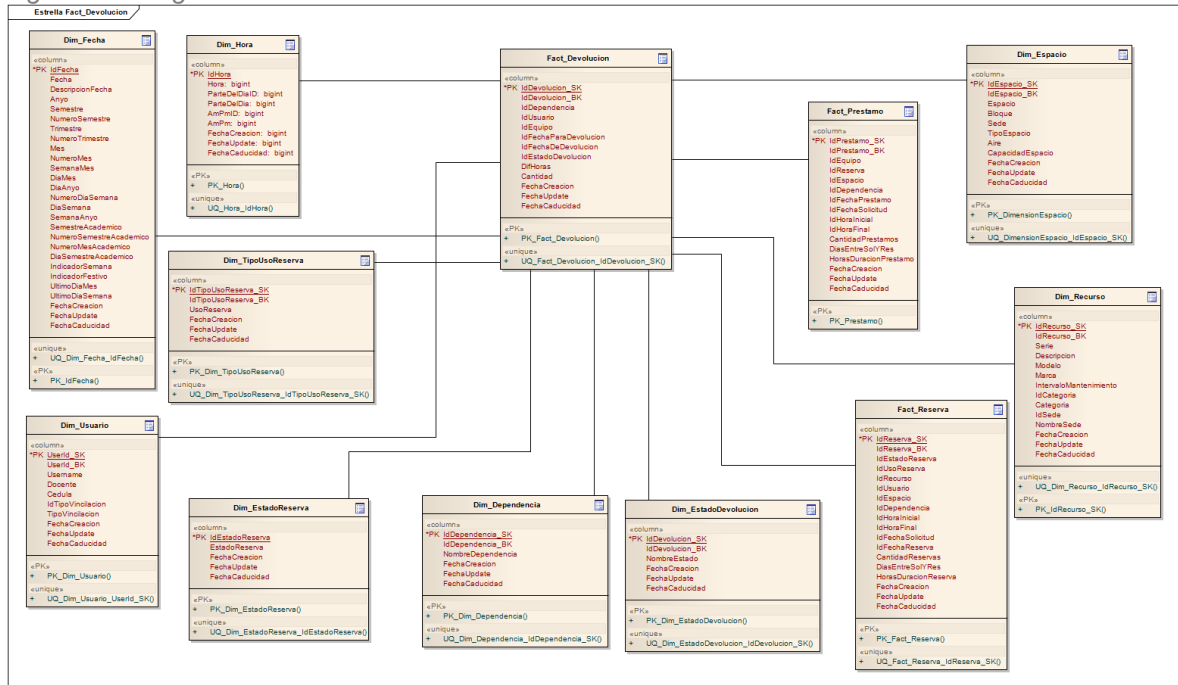


Figura 45: Diagrama Estrella de Mantenimientos

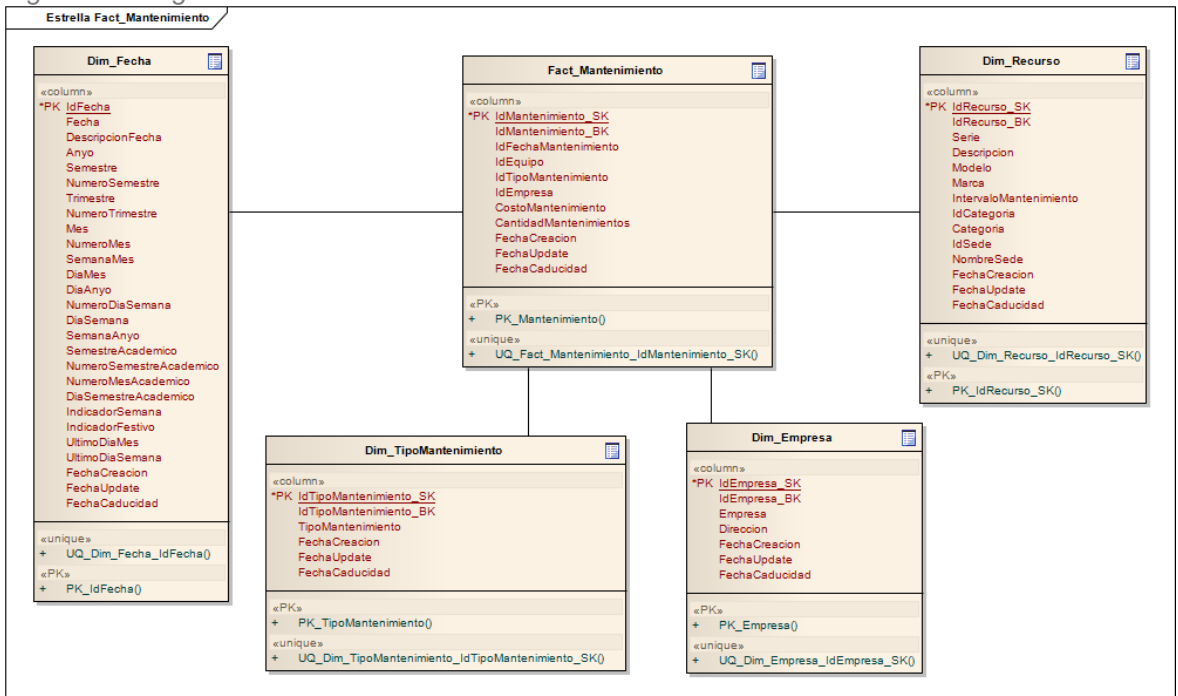


Figura 46: Diagrama Estrella de Novedades

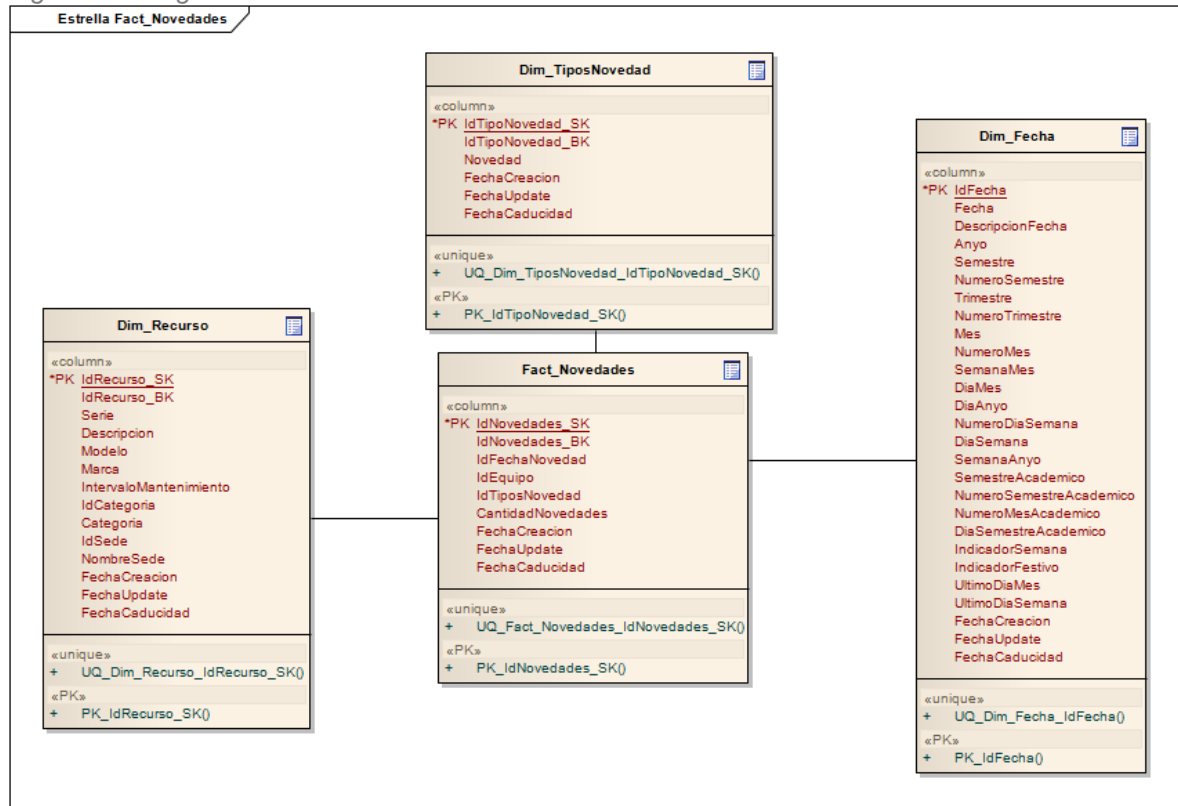


Figura 47: Diagrama Estrella de Reservas de Recursos Audiovisuales

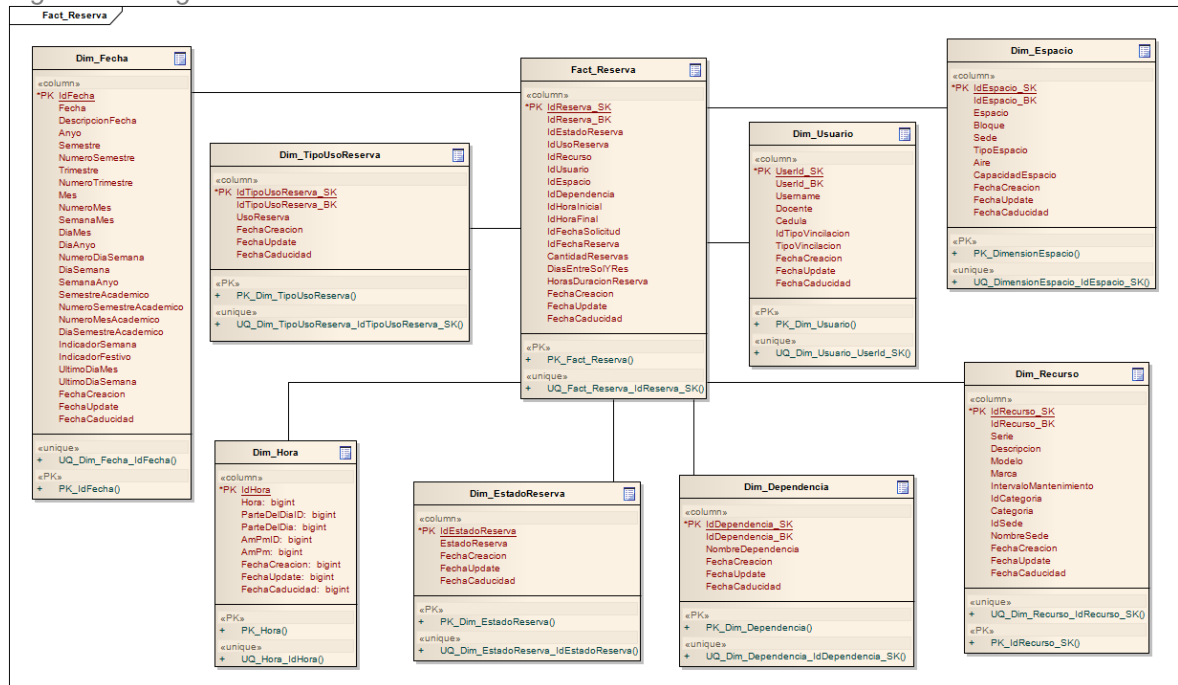
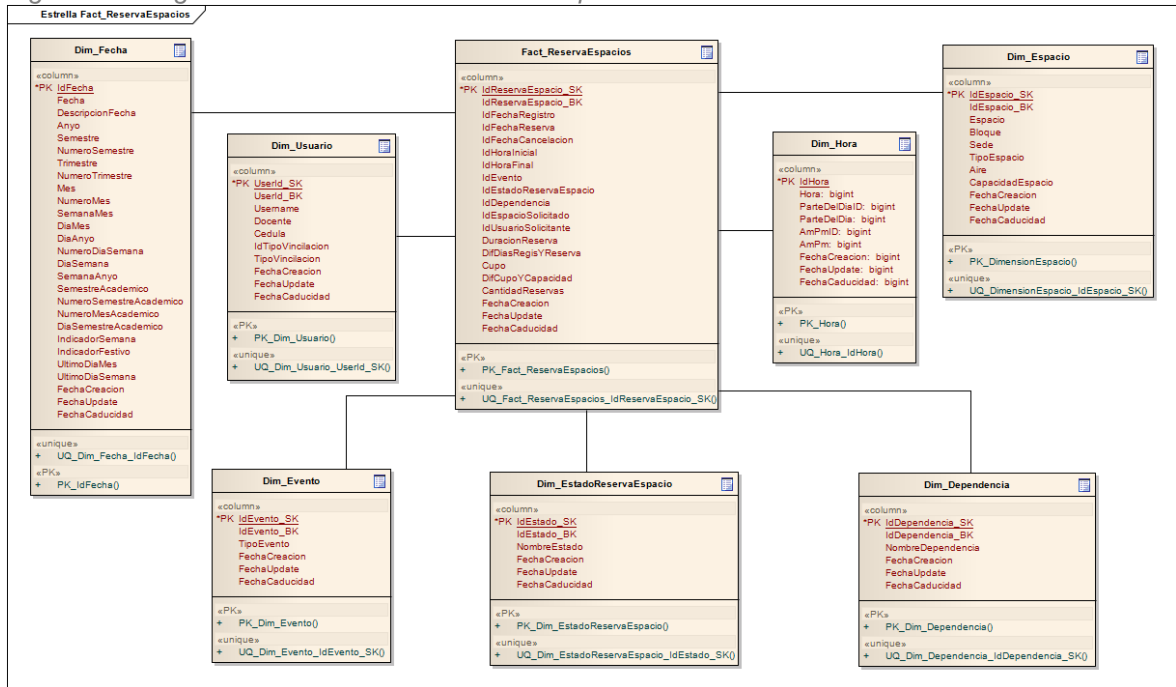


Figura 48: Diagrama Estrella de Reservas de Espacios



Para el caso de Recursos Educativos las tablas de hechos con el prefijo “Fact\_” son 8 (ocho) en la bodega de datos y, las dimensiones con el prefijo “Dim\_” de las cuales hay 17 (Diecisiete) para un total de 25 (Veinticinco) tablas en la bodega de datos. La descripción de cada una de las tablas aparece en la *Tabla 8*.

Es importante destacar en el diseño lógico antes visto como en las tablas principales (Fact) están conformadas por las relaciones con las demás tablas por medio del “Id” Respectivo de otra tabla que son una dimensión que describe el hecho que se está modelando, así como también por campos llamados “Medidas” los cuales son “los diferentes hechos con valores concretos que solicita el usuario” (Ramos, 2011), por ejemplo en la tabla Fact\_ReservaEspacios una medida es la duración de la reserva la cual se guarda en el campo DuracionReserva de la misma tabla.

Además de estos campos cada tabla tiene tres (3) campos de control de los datos, a saber: FechaCreacion, FechaUpdate, FechaCaducidad, los cuales permiten llevar el control de datos históricos en la tablas, permitiendo que coexistan varias versiones de un mismo dato según este se modifique en la base de datos original y lo que da pie para que se permitiera una navegación en estados a través de diferentes momentos en la base de datos (ver datos como se encontraban en una fecha anterior a la actual). Por lo anterior también se agregó dos atributos para identificar una tabla las Subrogate Key (SK) que identifican un registro de forma única en las tablas, y las Business Key (BK) que tienen el

valor de la llave del registro en las bases de datos origen, esto con el mismo fin de manejar las diferentes versiones de un registro.

*Tabla 8: Descripción Breve de las tablas de la bodega de datos*

Nombre	Descripción
<b>Dim_CambioEspacio</b>	Esta tabla contiene la información de los cambios que se dan en los espacios prestados, del momento de la reserva al momento del préstamo (El espacio pedido no es el prestado).
<b>Dim_Dependencia</b>	Esta tabla contiene la información de las dependencias a las que recursos educativos les presta sus servicios.
<b>Dim_Empresa</b>	Esta tabla contiene la información de las empresas que prestan servicio de mantenimiento a los equipos que posee la Universidad de Magdalena.
<b>Dim_Espacio</b>	Esta tabla contiene la información de los espacios que la dependencia de recursos educativos administra para sus diferentes funciones.
<b>Dim_EstadoDevolucion</b>	Esta tabla describe el estado de la devolución de los equipos
<b>Dim_EstadoReserva</b>	Esta tabla nos en qué estado se encuentra la reserva de un recurso audiovisual.
<b>Dim_EstadoReservaEspacio</b>	Esta tabla nos en qué estado se encuentra la reserva de espacio físico.
<b>Dim_Evento</b>	Esta tabla nos indica que tipos de eventos son realizados en la Universidad del Magdalena.
<b>Dim_Fecha</b>	Esta tabla contiene las fechas de los registros de la base de datos del negocio.
<b>Dim_Grupo</b>	Esta tabla contiene los grupos de las materias que ha sido dictado cada semestre.
<b>Dim_Hora</b>	Esta tabla contiene las horas de registros de la base de datos del negocio.
<b>Dim_Periodo</b>	Esta tabla nos guarda los años y semestres de los que la dependencia de recursos educativos lleva historial de trabajo
<b>Dim_Recurso</b>	Esta tabla contiene los recursos de los cuales dispone la dependencia de Recursos Educativos de la Universidad de Magdalena.
<b>Dim_TipoMantenimiento</b>	Esta tabla nos indica los tipos de mantenimientos que se les realiza a los equipos de la Universidad del Magdalena.
<b>Dim_TiposNovedad</b>	Esta tabla nos indica los tipos de novedades en los equipos.
<b>Dim_TipoUsoReserva</b>	Esta tabla nos indica los tipos de uso que les dan a la reserva de los equipos.

<b>Dim_ Usuario</b>	Esta tabla guarda los usuarios que se registran y hacen uso del sistema para usar los servicios de la dependencia de Recursos Educativos.
<b>Fact_AsignacionClases</b>	Tabla de hechos que nos indica la asignación de las clases por cada semestre académico además de las medidas a considerar en el negocio.
<b>Fact_AsignacionEspacios</b>	Tabla de hechos que nos indica la asignación de los espacios por cada evento a realizar, además de las medidas a considerar en el negocio.
<b>Fact_Devolucion</b>	Tabla de hechos que nos indica las devoluciones de los equipos audiovisuales prestados.
<b>Fact_Mantenimiento</b>	Tabla de hechos que nos indica los mantenimientos de los equipos, además de las medidas a considerar en el negocio.
<b>Fact_Novedades</b>	Tabla de hechos que nos indica las novedades en los equipos que se mueven dentro de la dependencia de recursos educativos, además de las medidas a considerar en el negocio.
<b>Fact_Prestamo</b>	Tabla de hechos que nos indica los préstamos de los equipos para cada reserva satisfactoria, además de las medidas a considerar en el negocio.
<b>Fact_Reserva</b>	Tabla de hechos que nos indica las reservas de los equipos para diferentes eventos, además de las medidas a considerar en el negocio.
<b>Fact_ReservaEspacios</b>	Tabla de hechos que almacena la información de las reservas de espacios físicos realizadas.

La descripción completa de las tablas utilizadas en los demás procesos se puede encontrar en el Anexo A.

Adicionalmente, en la *Tabla 9* se relaciona las tablas de hechos con las diferentes dimensiones. Esta tabla permite tener una visión clara a los desarrolladores de las dependencias entre las dimensiones, y de esta forma conocer el impacto de modificar una dimensión.

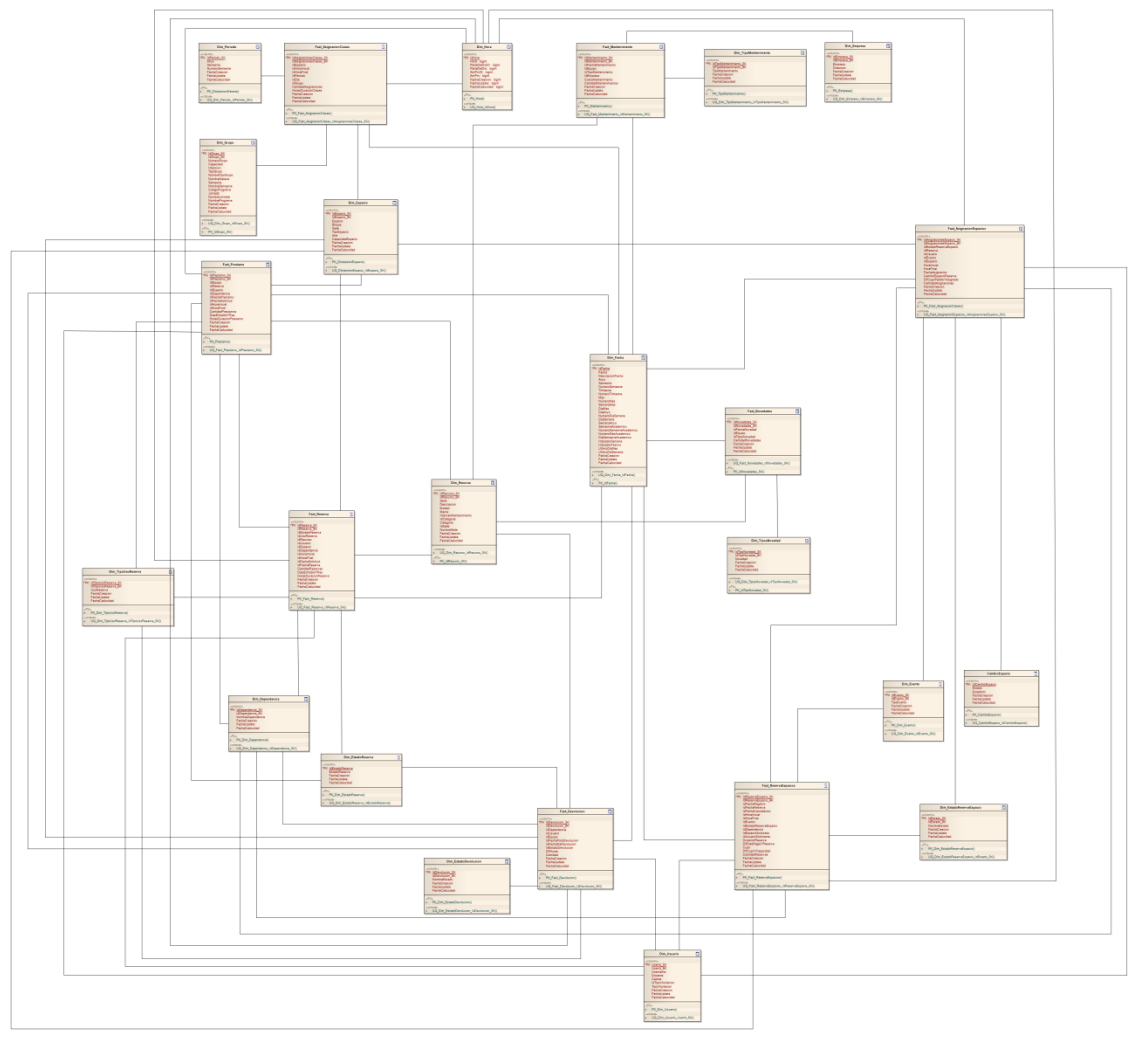
Tabla 9: Tablas de hechos vs Tablas de dimensiones

	Fact_Reserva	Fact_Prestamo	Fact_Devolucion	Fact_Mantenimiento	Fact_Novedades	Fact_AsignacionEspacios	Fact_ReservaEspacios	Fact_AsignacionClases
Dim_Hora	x	x	x			x	x	x
Dim_Usuario	x		x			x	x	
Dim_Recurso		x	x	x	x			
Dim_Espacio	x	x				x	x	x
Dim_Fecha	x	x	x	x	x	x	x	
Dim_Empresa				x				
Dim_Evento						x	x	
Dim_CambioEspacio						x		
Dim_EstadoReservaEspacio						x	x	
Dim_Dependencia	x	x	x				x	
Dim_EstadoDevolucion			x					
Dim_EstadoReserva	x							
Dim_Grupo								x
Dim_Periodo								x
Dim_TipoUsoReserva	x							
Dim_TiposNovedad					x			
Dim_TipoMantenimiento				x				

Para el diseño físico de las tablas es importante resaltar que se crearon las tablas exactamente como se encuentran en el diseño lógico de las mismas, y según se ve en la *Figura 49*, que muestra la constelación con las relaciones entre todas las tablas, además las relaciones importantes entre las dimensiones y las tablas de hechos se realizan

realmente durante la creación de los cubos, que son los que en realidad crean y unen las diferentes dimensiones y hechos.

Figura 49: Constelación



A continuación se hace una descripción de cómo se diseñó el proceso de mantenimiento de equipos audiovisuales. En la descripción que se encontrara a continuación se presenta cada hecho en un diagrama por separado y al parecer está aislado, lo que realmente no es así, ya que una tabla de dimensión puede estar asociada a uno o más hechos.

## Diagrama Mantenimiento

Los datos contenidos en esta sección de la bodega nos permiten realizar cálculos sobre los mantenimientos hechos por a los equipos por las empresas que prestan este servicio en diferentes periodos de tiempo. O bien saber qué tipos de mantenimientos realizan estas diferentes empresas, que precios se paga por mantenimiento por las diferentes



categorías de los equipos en cuestión, etc. Como se puede ver en la figura **Figura 45** hay una tabla de hechos y 4 dimensiones.

En la *Tabla 10* se puede apreciar la especificación completa de la tabla mantenimiento, donde se incluyen los valores que contiene cada campo.

*Tabla 10: Especificación de Fact\_Mantenimiento*

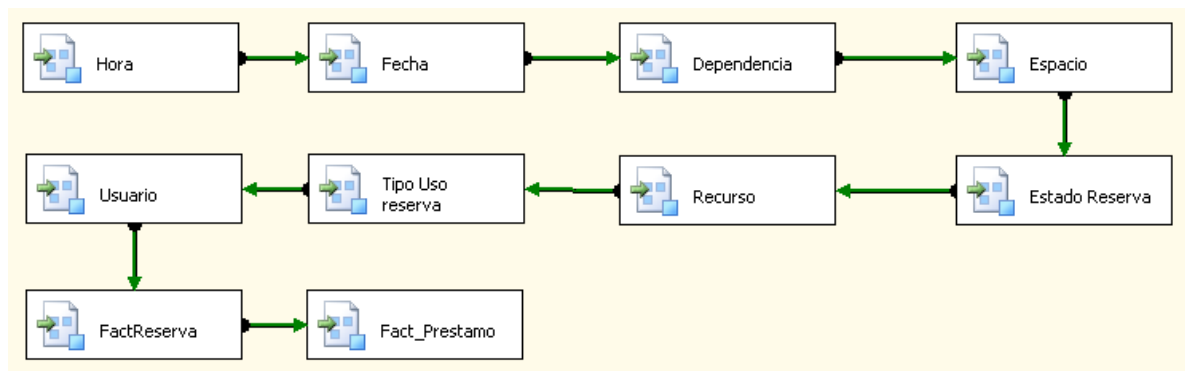
<b>Fact_Mantenimiento</b>			
<b>Nombre</b>	Fact_Mantenimiento		
<b>Descripción</b>	Tabla de hechos que nos indica los mantenimientos de los equipos, además de las medidas a considerar en el negocio.		
<b>Atributos</b>	Nombre	Valores Posibles	Descripción
	IdMantenimiento_SK	2	Identificador que sirve para relacionarse con otras tablas.
	IdMantenimiento_BK	20	Identificador que permite saber la clave principal del registro en la tabla original del negocio.
	IdFechaMantenimiento	2	Identificador usado para navegar por los atributos de la fecha del mantenimiento del equipo.
	IdEquipo	100	Identificador usado para navegar por los atributos del equipo.
	IdTipoMantenimiento	2	Identificador usado para navegar por los atributos del tipo del mantenimiento.
	IdEmpresa	3	Identificador usado para navegar por los atributos de la empresa que realiza el mantenimiento.
	CostoMantenimiento	4	Costo total del mantenimiento del equipo.
	CantidadMantenimientos	1	Cantidad de mantenimientos únicos por registro.
	FechaCreacion	2012-10-20	Fecha que sirve para saber cuándo fue creado el registro.
	FechaUpdate	2012-11-21	Fecha que sirve para saber cuándo fue modificado el registro.
	FechaCaducidad	2012-12-22	Fecha que sirve para saber cuándo el registro deja de ser válido.

## 10.4 Diseño Del Proceso ETL

La creación del modelo lógico para el diseño de los ETL se utilizó lenguaje UML para el esquema de estos procesos planteado en la tesis “Data WarehouseDesingWithUML”, realizada por Sergio Luján-Mora, quien argumenta la utilización de UML para el diseño de los procesos ETL ya que es un estándar ampliamente aceptado para el análisis y diseño orientado a objetos, y puede adaptarse fácilmente al modelado de estos procesos.

Los paquetes ETL y todos los artefactos se implementaron en la Suite de Microsoft Sql Server Business Intelligence, una de las herramientas líderes en el mercado de software para Inteligencia de negocios (Gartner Inc., 2013). Todos los paquetes de la solución están implementados de manera individual, es decir, uno por cada tabla. Además, por cada hecho hay uno ETL Maestro que ejecuta todos los ETL necesarios para su carga. Como está ilustrado en la Figura.

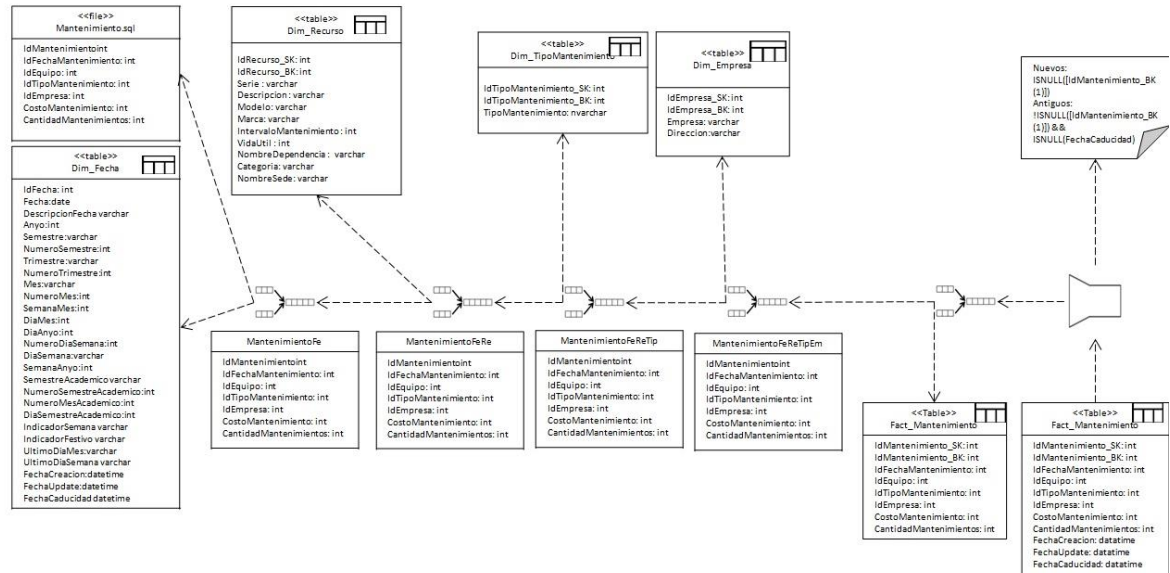
Figura 50: ETL Maestro de Ejecución



## Proceso ETL Mantenimientos








En la *Figura 51* observamos el proceso de modelado del ETL para tabla de hecho Fact\_Mantenimiento.





Figura 51: Modelado del Proceso ETL para la tabla de Hechos Fact\_Mantenimiento



Además de lo anterior la explicación de cada parte del proceso en la tabla siguiente:

Tabla 11: Tabla de Detalle de Proceso ETL Fact\_Mantenimiento

Nombre	Documentación
 <b>Fact_Mantenimiento</b>	Tabla de hechos donde se guardan las medidas de los mantenimientos de los equipos.
 <b>Dim_TipoMantenimiento</b>	En esta tabla se guarda la información de los tipos de mantenimiento que se realizan.
 <b>Dim_Recurso</b>	En esta tabla se guarda la información de los equipos que maneja la dependencia de recursos educativos de la Universidad del Magdalena.
 <b>Dim_Fecha</b>	En esta tabla se guarda la información de las fechas de actividad del siare.
 <b>Dim_Empresa</b>	Esta tabla guarda las empresas que realizan el mantenimiento a los equipos.
 <b>MantenimientoFe</b>	Tabla producto de la unión de la tabla Dim_Fecha y el resultado de la consulta Mantenimiento.sql
 <b>MantenimientoFeRe</b>	Tabla producto de la unión de la variable tabla MantenimientoFe y la tabla Dim_Recurso.

 <b>MantenimientoFeReTip</b>	Tabla producto de la unión de la variable tabla MantenimientoFeRey la tabla Dim_TiposMantenimiento.
 <b>MantenimientoFeReTipEm</b>	Tabla producto de la unión de la variable tabla MantenimientoFeReTip y la tabla Dim_Empresa.
	Contiene los mismos datos que la tabla Fact_Mantenimiento filtrados por la condición en la nota.
 <b>Nuevos:</b> ISNULL([IdMantenimiento_BK (1)]) Antiguos: !ISNULL([IdMantenimiento_BK (1)]) &&ISNULL(FechaCaducidad)	Decide si los registros a ingresar a la tabla Fact_Mantenimiento son nuevos o si ya existen, con el fin de modificarlos si se necesita.





Los demás procesos ETL se encuentran modelados y documentados en el Anexo B, Modelado de Procesos ETL.

## 10.5 Diseño De Los Cubos OLAP

El diseño de los Cubos se realizó teniendo como base lógica el diseño lógico de la bodega de datos, usando las dimensiones y los atributos que se modelan en ella.

También se definieron diferentes jerarquías y niveles que permiten realizar la navegación y anidación de los datos en los informes que se presentan.

Figura 52: Jerarquías de Fecha

<p>Fecha Meses Calendario Ordinario </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Año</li> <li>Mes</li> <li>Dia Mes</li> <li>&lt;nuevo nivel&gt;</li> </ul>	<p>Fecha Semestres Calendario Ordinario </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Año</li> <li>Numero Semestre</li> <li>Numero Mes</li> <li>Dia Mes</li> <li>&lt;nuevo nivel&gt;</li> </ul>
<p>Fecha Trimestres Calendario Ordinario </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Año</li> <li>Numero Trimestre</li> <li>Numero Mes</li> <li>Dia Mes</li> <li>&lt;nuevo nivel&gt;</li> </ul>	<p>Fecha Calendario Academico </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Año</li> <li>Numero Semestre Academico</li> <li>Numero Mes Academico</li> <li>&lt;nuevo nivel&gt;</li> </ul>

La **Figura 52** muestra las jerarquías creadas para la dimensión Fecha, estas jerarquías permiten navegar en diferentes niveles de detalle en los diferentes informes.

Figura 53: Jerarquías de Hora

Momento del Dia	AmPm
<ul style="list-style-type: none"> <li>Parte Del Dia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Am Pm</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hora</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hora</li> </ul> </li> </ul>
<nuevo nivel>	<nuevo nivel>

Figura 54: Jerarquía Equipos

Equipos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Categoria</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Marca</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Descripcion</li> </ul> </li> </ul>
<nuevo nivel>

Figura 55: Jerarquía Lugar

Lugar
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sede</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bloque</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Espacio</li> </ul> </li> </ul>
<nuevo nivel>

Figura 56: Jerarquía Periodo de Clases

Periodo Clase
<ul style="list-style-type: none"> <li>Anyo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Numero Semestre</li> </ul> </li> </ul>
<nuevo nivel>

Figura 57: Jerarquía Vinculación

Vinculacion
<ul style="list-style-type: none"> <li>Docente</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo Vinculacion</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>User Name</li> </ul> </li> </ul>
<nuevo nivel>

Como se puede ver en las figuras anteriores se definieron diversas jerarquías, la de vinculación permite navegar entre los usuarios según sean o no docentes, y su tipo de vinculación.

En procura de aumentar el rendimiento de las consultas, facilitar el auto suministro de datos y permitir monitorear el rendimiento de los procesos en base a indicadores. La solución de inteligencia de negocios desarrollada incluye los Cubos OLAP e Indicadores de Rendimiento, en la Tabla 8 se observan los KPI comunes entre los hechos analizados y que fueron acordados con las directivas del área de Recursos Educativos y su equipo de desarrollo.

Tabla 12: Ejemplo de KPI'S por Cubo OLAP.

KPI	Calculo	Descripción
Promedio Duración de las Reservas	[Horas Duración Reserva]/[Cantidad de Reservas]	Calcula el promedio de duración en horas de las reservas
Promedio Días de Anticipación de la Reserva	[Días Entre Soly Res]/[Cantidad de reservas]	Calcula el promedio de días de anticipación de la reserva
Promedio Horas de Duración del Préstamo	[Horas DuracionPrestamo]/[Cantidad de Prestamos]	Calcula el promedio de duración en horas de los prestamos
Tiempo Promedio de Entrega	[Dif Horas]/[Cantidad devoluciones]	Calcula el promedio de Tiempo de entrega por la diferencia de horas entre el momento en el que finaliza la reserva y el momento en que se devuelve el recurso
Promedio de Costos de mantenimiento	[Costo Mantenimiento]/[Cantidad Mantenimientos]	Calcula el costo promedio de mantenimientos

#### 10.5.1 Descripción de los Indicadores

<b>Nombre KPI</b>	Promedio de Duración de las Clases
<b>Cubo OLAP</b>	AsignacionEspaciosCalses
<b>Descripción</b>	
Determina el tiempo promedio de la duración en horas de las clases asignadas	
<b>Valor</b>	
$\text{Promedio de Duración de las Clases} = \frac{\text{HorasDuracionClases}}{\text{Cantidad de Asignacion Clases}}$	

<b>Nombre KPI</b>	Diferencia Promedio Cupo Pedido y Asignado
<b>Cubo OLAP</b>	AsignacionEspaciosCalses
<b>Descripción</b>	
Determina el promedio entre el cupo pedido para el espacio de una clase y el cupo del espacio asignado a la clase	
<b>Valor</b>	
$\text{Diferencia Promedio Cupo Pedido y Asignado} = \frac{\text{Dif Cupo Pedido Y Asignado}}{\text{Cantidad de Asignaciones Espacios}}$	

<b>Nombre KPI</b>	Promedio de diferencia de hora de devolución
<b>Cubo OLAP</b>	DevolucionRecursosAV
<b>Descripción</b>	
Determina el valor promedio en horas de la diferencia entre la hora de devolución determinada y la hora de devolución efectiva o real.	
<b>Valor</b>	
$\text{Promedio diferencia de hora de devolución} = \frac{\text{Diferencia de Horas para la devolucion}}{\text{Cantidad de Devoluciones}}$	

<b>Nombre KPI</b>	Promedio de Costos de Mantenimiento
<b>Cubo OLAP</b>	MantenimientoRecursosAV
<b>Descripción</b>	
Determina el valor promedio, en pesos colombianos, de los gastos en mantenimiento de los recursos audiovisuales.	
<b>Valor</b>	
$\text{Promedio de Costos de Mantenimiento} = \frac{\text{Costo Mantenimiento}}{\text{Cantidad de Mantenimientos}}$	

<b>Nombre KPI</b>	Promedio de horas de duración del préstamo
<b>Cubo OLAP</b>	PrestamoRecursoAV
<b>Descripción</b>	
Tiempo promedio de duración de los préstamos de recursos audiovisuales	
<b>Valor</b>	
$\text{Promedio de horas de duración del préstamo} = \frac{\text{Horas Duracion Prestamo}}{\text{Cantidad de Prestamos}}$	

<b>Nombre KPI</b>	Promedio de días entre la solicitud y la reserva
<b>Cubo OLAP</b>	PrestamoRecursoAV
<b>Descripción</b>	
Determina el tiempo promedio de días, entre el día que se realiza una solicitud de préstamo de recurso audiovisual y el día para el cual se realiza la reserva	
<b>Valor</b>	
$\text{Promedio de días entre la solicitud y la reserva} = \frac{\text{Dias Entre Solicitud Y Reserva}}{\text{Cantidad de Prestamos}}$	

<b>Nombre KPI</b>	Diferencia Promedio de Cupo necesario y Capacidad Pedida
<b>Cubo OLAP</b>	ReservaEspaciosFisicos
<b>Descripción</b>	
Determina la diferencia promedio entre el cupo necesario para un evento (establecido por la dependencia de recursos educativos y administración de laboratorios) y la capacidad del espacio pedido por el usuario.	
<b>Valor</b>	
$Dif.Promedio de Cupo necesario y Capacidad Pedida = \frac{Dif\ Cupo\ Y\ Capacidad}{Cantidad\ de\ Reserva\ Espacios}$	

<b>Nombre KPI</b>	Duración Promedio de Reserva
<b>Cubo OLAP</b>	ReservaEspaciosFisicos
<b>Descripción</b>	
Determina la duración promedio de las reserva de espacios físicos.	
<b>Valor</b>	
$Duración\ Promedio\ de\ Reserva = \frac{Duracion\ Reserva}{Cantidad\ de\ Reserva\ Espacios}$	

<b>Nombre KPI</b>	Promedio Días de Anticipación Reserva
<b>Cubo OLAP</b>	ReservaEspaciosFisicos
<b>Descripción</b>	
Determina el promedio de días de anticipación con la que se realizan reservas en espacios físicos	
<b>Valor</b>	
$Promedio\ Días\ de\ Anticipación\ Reserva = \frac{Dif\ Dias\ Regis\ Y\ Reserva}{Cantidad\ de\ Reserva\ Espacios}$	

<b>Nombre KPI</b>	Promedio de Horas de Duración de las Reservas
<b>Cubo OLAP</b>	ReservaRecursosAV
<b>Descripción</b>	
Determina la cantidad promedio de horas de duración de las reservas de recursos audiovisuales	
<b>Valor</b>	
$Promedio\ de\ Horas\ de\ Duración\ de\ las\ Reservas = \frac{Horas\ Duracion\ Reserva}{Cantidad\ de\ Reservas}$	



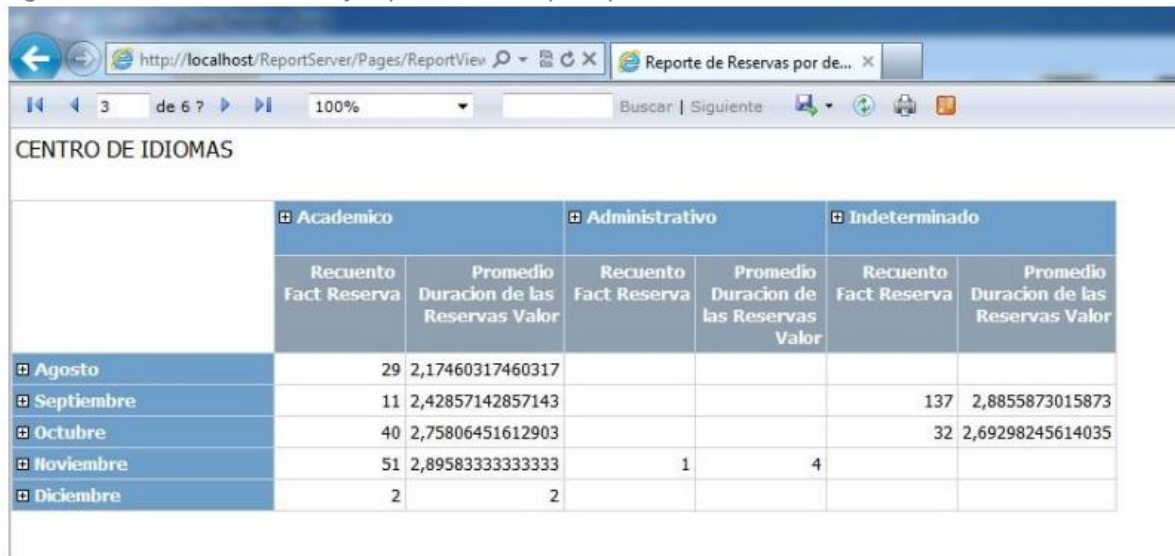
<b>Nombre KPI</b>	Promedio días entre solicitud y reserva
<b>Cubo OLAP</b>	ReservaRecursosAV
<b>Descripción</b>	
Determina el valor promedio en días entre el día de la solicitud del recurso audiovisual y el día de la reserva del mismo	
<b>Valor</b>	
$\text{Promedio días entre solicitud y reserva} = \frac{\text{Días Entre Solicitud y Reserva}}{\text{Cantidad de Reservas}}$	

<b>Nombre KPI</b>	Promedio de Reservas Efectivas
<b>Cubo OLAP</b>	ReservasYPrestamos
<b>Descripción</b>	
Determina el promedio de reservas que se hacen efectivas (se realiza el préstamo)	
<b>Valor</b>	
$\text{Porcentaje de Reservas Efectivas} = \frac{\text{Cantidad de Prestamos}}{\text{Cantidad de Reservas}}$	

## 10.6Diseño de Reportes

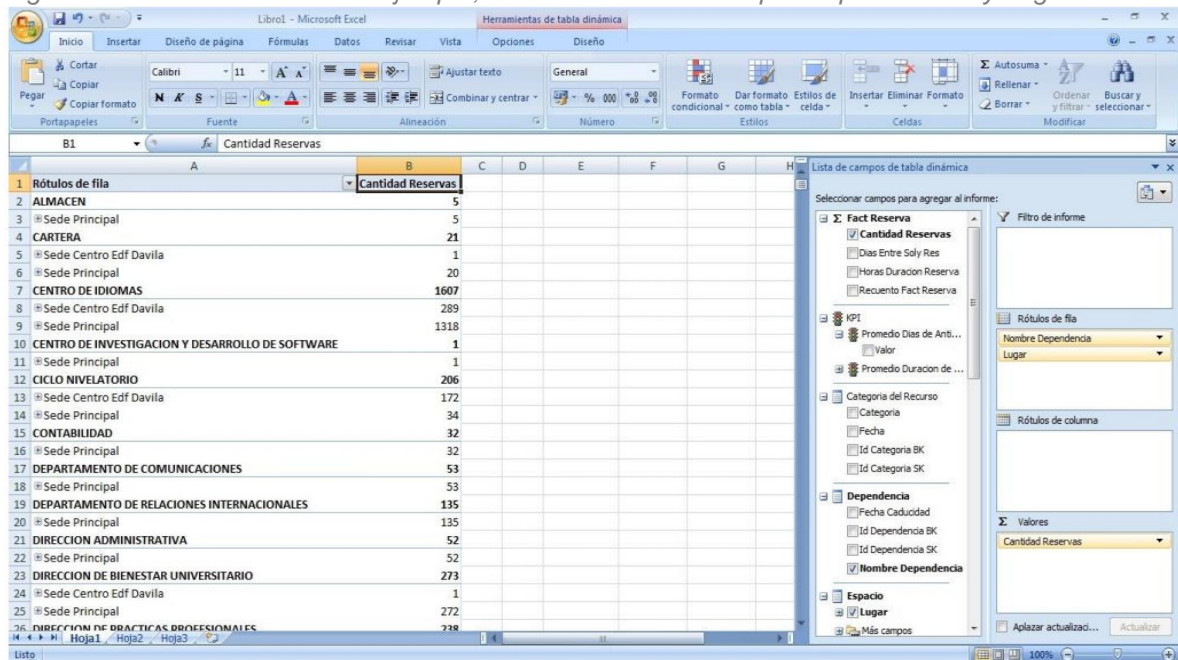
Con la finalidad de facilitar a los usuarios acceder a la información de los cubos, se crearon de forma predeterminada varios informes básicos que permiten ver la información de cada cubo, estos informes son uno (1) por cubo y se encuentran de dos formas, los creados en el servicio de SSIS y los creados en Microsoft Excel como tablas dinámicas, estos últimos por la familiaridad de uso de las directivas se constituye en una herramienta de fácil uso para acceso para estos, además por sus conocimientos previos sumados a la guía del usuario anexada con el proyecto pueden crear reportes a la medida y guardarlos para consultarlos con datos tomados de los cubos siempre actualizados. Los reportes creados en SSIS pueden ser consultados por intranet una vez configurado el servidor SSIS para acceso HTTP, lo cual se puede ver en el manual de configuración para acceso HTTP anexado también en el proyecto.

Figura 58: Informe SSIS de ejemplo, reservas por tipo de uso



	Academico		Administrativo		Indeterminado	
	Recuento Fact Reserva	Promedio Duracion de las Reservas Valor	Recuento Fact Reserva	Promedio Duracion de las Reservas Valor	Recuento Fact Reserva	Promedio Duracion de las Reservas Valor
Agosto	29	2,17460317460317				
Septiembre	11	2,42857142857143			137	2,8855873015873
Octubre	40	2,75806451612903			32	2,69298245614035
Noviembre	51	2,89583333333333	1	4		
Diciembre	2	2				

Figura 59: Informe en Excel de Ejemplo, Cantidad de Reservas por Dependencias y Lugar



	Cantidad Reservas
ALMACEN	5
Sede Principal	5
CARTERA	21
Sede Centro Edf Davila	1
Sede Principal	20
CENTRO DE IDIOMAS	1607
Sede Centro Edf Davila	289
Sede Principal	1318
CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE SOFTWARE	1
Sede Principal	1
CICLO NIVELATORIO	206
Sede Centro Edf Davila	172
Sede Principal	34
CONTABILIDAD	32
Sede Principal	32
DEPARTAMENTO DE COMUNICACIONES	53
Sede Principal	53
DEPARTAMENTO DE RELACIONES INTERNACIONALES	135
Sede Principal	135
DIRECCION ADMINISTRATIVA	52
Sede Principal	52
DIRECCION DE BIENESTAR UNIVERSITARIO	273
Sede Centro Edf Davila	1
Sede Principal	272
DIRECCION DE PRACTICAS PROFESIONALES	728

Hay de anotar que los informes preestablecidos son bastante genéricos y son para la consulta general pero se facilita todo lo necesario para realizar informes más detallados y a la medida.

## 11. PRUEBAS E IMPLEMENTACIÓN

### 11.1 Pruebas

Previo a la implementación de la solución se desarrollaron diferentes pruebas para comprobar veracidad y concordancia de los datos arrojados en las diferentes etapas del proceso BI comparándolos con datos esperados.

Las pruebas se pueden separar en dos (2) grandes grupos a saber, pruebas del proceso ETL y pruebas de los Cubos, consignadas en su totalidad en los anexos C y D respectivamente.

Las pruebas del Anexo C, Pruebas de los Paquetes ETL, realizadas incluyen las siguientes:

- Prueba General, que ejecuta todos los ETL de manera consecutiva en el orden preestablecido.
- Prueba por Paquetes ETL, la cual ejecuta un determinado paquete ETL y confirma su terminación exitosa, los paquetes incluyen el ETL para la respectiva tabla de hechos (Fact\_\*) y los ETL necesarios para su correcta implementación.
- Prueba individual de ETL, que ejecuta un solo ETL correspondiente a una tabla de dimensión (Dim\_\*) o tabla de hechos (Fact\_\*) y verifica su correcta finalización, además se confirma que la cantidad de datos insertados sea la correcta y el cambio con atributos históricos.

Las pruebas del Anexo D, Pruebas de Cubos OLAP incluyen por cada cubo una muestra de un resultado de una consulta del mismo con la correspondiente ejecución de la consulta en SQL para comparar los datos obtenidos.

En las Figuras siguientes se pueden ver la cantidad de datos en la Base de Datos Original (BDO), y la cantidad de datos en la Bodega de Datos (DW) y en la *Figura 62* se ilustra una muestra de los datos de ambas tablas en sus respectivas bases de datos.

*Figura 60: Consulta en DBO - Fuente*

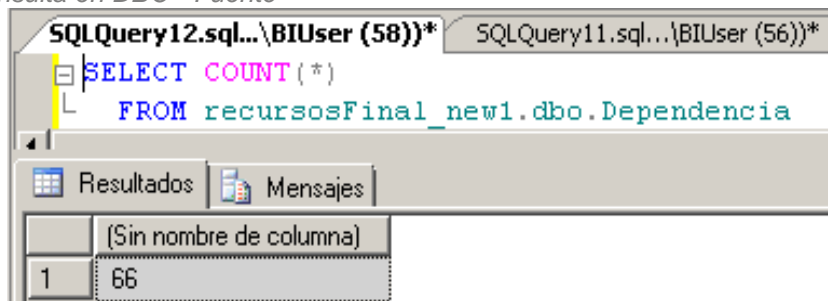


Figura 61: Consulta en DBO - Destino

SQLQuery11.sql... \BIUser (56))\*    Borrar todos l...PC\BIUser (53))

```

SELECT COUNT (*) AS Registros
FROM DW_REducativos.dbo.Dim_Dependencia

```

Resultados    Mensajes

	Registros
1	66

Figura 62: Muestra de Datos

SQLQuery12.sql... \BIUser (58))\*    SQLQuery11.sql... \BIUser (56))\*    Borrar todos

```

SELECT *
FROM recursosFinal_new1.dbo.Dependencia

SELECT *
FROM DW_REducativos.dbo.Dim_Dependencia

```

Resultados    Mensajes

	IdDependencia	NombreDependencia
1	4	PROGRAMA DE ENFERMERIA
2	5	PROGRAMA DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS
3	6	FACULTAD DE HUMANIDADES

	IdDependencia_SK	IdDependencia_BK	NombreDependencia
1	1651	4	PROGRAMA DE ENFERMERIA
2	1652	5	PROGRAMA DE ADMINISTRACION DE E
3	1653	6	FACULTAD DE HUMANIDADES

## 11.2 Implementación

Para la implementación de la solución de negocios primeramente se realizó una cita con los ingenieros a cargo de la dependencia de recursos educativos, con el fin de hacerlos partícipes en el proceso de instalación y ejecución, debido a que deben validar que las tareas realizadas no interfieran con los procesos y actividades que manejan. También para brindar apoyo, minimizando las posibles complicaciones que se pudieran presentar.

En el proceso de instalación se adecuó el entorno aplicando lo descrito en el manual técnico, como por ejemplo la creación de las variables de entorno en el sistema. En esta fase se presentó un pequeño percance con respecto a los permisos administrativos para que la aplicación funcionara correctamente, pero fue detectado y corregido.

Posteriormente, se creó un entorno de pruebas usando datos reales para probar el correcto funcionamiento de cada uno de los paquetes ETL, los cubos OLAP y los reportes finales.

Después de pasar exitosamente la fase de pruebas se procedió a usar la base de datos real del negocio. Al momento de ejecutar el aplicativo no se presentó ningún problema con respecto a la extracción de datos y construcción de informes. En esta etapa fue necesaria una modificación al manual de usuario referente a la inserción de las fechas del semestre regular y el semestre académico.

Para lo descrito anteriormente fueron necesarios 2 días consecutivos debido a la disponibilidad de tiempo de los ingenieros, la demora en la ejecución del proyecto y los ajustes que se realizaron para la completa funcionalidad. Después de esto hubo una etapa de acompañamiento al usuario y mantenimiento con el fin de apoyarlos si tienen alguna duda o se presenta algún inconveniente.

## 12. CONCLUSIONES

Los avances en tecnologías de información y la reducción de sus costos, hacen posible que las soluciones de inteligencia de negocios, que solían ser exclusividad de las grandes compañías, sean utilizadas por pequeñas empresas.

No obstante a la creciente crítica de las soluciones de Inteligencia de negocios (Business Intelligence) Stand-Alone dentro de la comunidad de académicos y practicantes de las grandes empresas, este tipo de solución permite que unidades y proyectos específicos dentro de una organización dispongan de sus beneficios, sin esperar una iniciativa empresarial que puede nunca llegar.

El campo de las soluciones de inteligencia negocios es un campo inmaduro, que necesita de estándares que reduzcan la incertidumbre en la realización de tareas dentro de un proyecto de este tipo, a saber, diseño del proceso de ETL, diseño de la bodega de datos, entre otros.

Los modelos de procesos existentes para el desarrollo de inteligencia de negocios están enfocados a equipos de desarrollo grandes con altos niveles de madurez que llevan a cabo el proceso de desarrollo dentro de grandes compañías. Por lo cual se requiere que además de buscar llegar estándares útiles para las grandes compañías se preste mayor atención a los equipos de desarrollo pequeños con bajos niveles de madurez.

Las practicas ágiles para el desarrollo de software como el diseño colaborativo, las reuniones diarias, desarrollo basado en pruebas, la retrospectiva, entre otras. Permiten que los equipos de desarrollo inmaduro y pequeño, como el de este proyecto, pese a mantener un aparente grado de informalidad en el desarrollo de software, incrementen el valor, junto con la calidad de lo entregado al cliente.

Debido a esto se ha creado una facilidad entre la interactividad de los usuarios con las herramientas BI, haciendo de estas cada vez más utilizadas ya que en su mayoría los directores del negocio quienes usualmente tienen la necesidad de examinar el pasado, usando herramientas de predicción y con ellos siempre tratar de mejorar ante la competencia, como también mejorar sus resultados empresariales.

La solución de inteligencia de negocios desarrollada para el grupo de Recursos Educativos y Administración de Laboratorios de la Universidad del Magdalena fue realizada en respuesta al crecimiento exponencial de los datos manejados por esta división, a los que es necesario hacerle seguimiento y análisis. Esta fue realizada a partir del sistema transaccional existente, lo cual permite tener información oportuna con un tiempo de respuesta adecuado a las necesidades del grupo, implementando informes

desplegados en navegadores web y en archivos Excel, que son actualizadas en tiempo real y editables al gusto del usuario.

Como se muestra en los modelos de los procesos ETL estos son los encargados de realizar el poblamiento de la bodega de datos, en un primer momento de forma histórica, y posteriormente de manera incremental, agregando solo los registros nuevos o modificados según sea el caso y de acuerdo a la estructura de la tabla de dimensión y/o de hecho, donde según los atributos sean históricos o actualizables son agregado un nuevo registro (para cambios en atributos históricos) o actualizado el campo ya existente (atributos actualizables) contando para ello con las estructuras facilitadas en la herramienta BI de Microsoft la cual permite definir estos campos en los procesos ETL.

Con respecto a los objetivos planteados se logró realizar modelos de los procesos de gestión de equipos audiovisuales y espacios físicos que quedan descritos en el presente documento con modelos BPM que facilitan en entendimiento de los mismos para su consulta.

Por medio de la copia de la base de datos del sistema SIARE, facilitada por la dependencia de recursos educativos y administración de laboratorios, se logró establecer los datos que son tomados en cada proceso lo que permitió el modelado y la creación de los distintos cubos OLAP además y su obtención, uso y formato se describe en los modelos BPM de los procesos.

Se diseñaron de manera conjunta con directivos de la dependencia y el equipo de desarrollo una serie inicial de indicadores de rendimiento (KPI) obtenidos mediante los datos presentes en la bodega de datos y que corresponden a datos de interés para la dependencia.

Se desarrolló la bodega de datos por medio del modelo de estrella, explicado anteriormente, definiendo para ellos los modelos correspondientes para facilitar su entendimiento y su mejora futura, además el modelo permite ser flexible a los cambios y agregar nuevos procesos.

La creación de procesos ETL permite mantener la independencia del origen de los datos con la bodega de datos para los Cubos OLAP, esto permite que al cambiar el origen de los datos no sea necesario cambiar la bodega de datos completa y que solo sea necesario adaptar os procesos ETL afectados.

La solución planteada se integró exitosamente con el sistema actual, el proceso de instalación se facilitó gracias al apoyo del equipo de desarrollo de la dependencia quienes facilitaron una copia de la base de datos para las pruebas y desarrollo de la solución lo que permitió una instalación más fácil.

Se habilito el acceso por intranet de la solución, lo que permite acceder a los cubos desde cualquier equipo en la red de la universidad con los permisos adecuados, la configuración

de este acceso se describe en el manual técnico 2, el cual describe la configuración de acceso HTML a SQL Sever Analysis Services, además de los manuales de implementación y del usuario.

Durante las reuniones con las directivas y el equipo desarrollador se realizó la capacitación y explicación de la solución y sus alcances, también se indicaron las mejoras que se pueden realizar a futuro y se atendió sus dudas y sugerencias para la elaboración de la versión final de la solución y de los documentos.

Por otro lado, es importante que se entienda que esta es una herramienta de soporte a la toma de decisiones empleando información confiable y real, es cierto que su uso hace más fácil diversas operaciones y procesos en el negocio, pero los usuarios que interpretan y toman las decisiones son la piedra angular en el mismo, por ejemplo el cubo OLAP de mantenimiento de recursos permiten determinar el requerimiento de cambio de equipos (los que sus gastos de mantenimiento sobrepasen el costo de un equipo nuevo), la elección de los mismos en las compras al saber que marcas presentan menos fallas o su mantenimiento es más económico, o cuando su disponibilidad es poca.

Con esta herramienta las directivas de la Dependencia de Recursos Educativos y administración de laboratorios pueden ahora consultar directamente el estado de los procesos en la dependencia, generar reportes de acuerdo a sus necesidades y evitan que estos tengan que ser pedidos al equipo de desarrollo, minimizando los tiempos para acceder a la información y permitiendo al equipo de TI enfocarse en sus tareas de desarrollo y mejora.

Finalmente es importante destacar que el desarrollo mediante la metodología XP permitió en las diferentes iteraciones, mejorar y complementar la solución gracias a nuevas ideas y sugerencias de los funcionarios de la dependencia que con su colaboración mostraron el interés del área en soluciones de este tipo las cuales responden a sus necesidades y al de las organizaciones modernas.



## 13. RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo del proyecto se evidenciaron algunas recomendaciones para mejorar el sistema de información de la dependencia y la misma solución aquí presentada.

Una primera recomendación tiene que ver con la consignación de los datos de los equipos audiovisuales prestados, estos datos son generales ya que solo conservan la información por tipo de equipo y no por el equipo en específico, perdiéndose entonces la capacidad de evaluar aspectos particulares de un equipo como lo son las reparaciones y los costos asociados al mismo, así mismo con otros datos que pueden ser de importancia, para eventualmente realizar.

Otra recomendación más general tiene como eje los indicadores de rendimiento, de los cuales formalizamos varios en el proyecto pero queda pendiente una revisión mayor y ampliación por parte de las directivas de Recursos Educativos, de manera que se puedan ir agregando más indicadores de interés para ellos.

Otra recomendación es sobre los constantes cambios de la base de datos de Recursos Educativos, la cual como lo indicaron el equipo desarrollador se encuentra en constante desarrollo y se puede recomendar que los cambios no deben afectar la estructura de los datos ya creados en la medida de lo posible, sino integrar las nuevas necesidades de forma que no afecten lo ya desarrollado y sea más fácil una adaptación de esta solución y de cualquier otro software o proyecto que dependa de estas bases de datos.

Finalmente queda como recomendación final, ampliar y mejorar los informes realizados en este proyecto, para que se adapten mejor a las necesidades de la dirección de recursos educativos y puedan crecer en funcionalidad, lo que a la final se traduce en una dependencia cada vez menor del equipo de desarrollo el cual podrá dedicarse a tareas de desarrollo más libremente y no a generación de informes.

## 14. PRESUPUESTO

### 14.1 Presupuesto General

Tabla 13: Presupuesto General

RUBRO	VALOR
Mano De Obra	\$ 10.560.000
Hardware	\$ 3.000.000
Servicios	\$ 800.000
Software Especializado	\$ 16.200.000
Otros	\$ 100.000
Total	\$ 30.660.000

### 14.2 Presupuesto Detallado

#### 14.2.1 Hardware

Tabla 14: Presupuesto Detallado, Hardware

Detalle Rubro	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Equipos	2	\$ 1.500.000	\$ 3.000.000
TOTAL			\$ 3.000.000

#### 14.2.2 Servicios

Tabla 15: Presupuesto Detallado, Servicios

Detalle Rubro	Cantidad (Meses)	Costo Unitario	Costo Total
Electricidad	4	\$ 50.000	\$ 200.000
Internet & Telefonía	4	\$ 100.000	\$ 400.000
TOTAL			\$ 800.000

### 14.2.3 Personal

Tabla 16: Presupuesto Detallado, Personal

Detalle Rubro	Cantidad (horas)	Costo Unitario	Costo Total
<b>Ernesto Galvis (Director del Proyecto)</b>	64	\$ 20.000	\$ 1.280.000
<b>Alexander Bustamante (Co-Director del Proyecto)</b>	64	\$ 20.000	\$ 1.280.000
<b>Jonathan Narváez (Desarrollador)</b>	320	\$ 12.500	\$ 4.000.000
<b>Camilo Monsalve (Desarrollador)</b>	320	\$ 12.500	\$ 4.000.000
<b>TOTAL</b>			\$ 10.560.000

### 14.2.4 Software Especializado

Tabla 17: Presupuesto Detallado, Software Especializado

Detalle Rubro	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>SQL Server 2008 R2 Enterprise</b>	1	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
<b>SQL Server Developer</b>	2	\$100.000	\$ 200.000
<b>Total</b>			\$ 1.800.000

### 14.2.5 Otros

Tabla 18: Presupuesto Detallado, Otros

Detalle Rubro	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Impresiones y Papelería</b>	-	-	\$ 100.000
<b>TOTAL</b>			\$ 100.000

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Beck, K., & Andres, C. (2004). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley.
- Bustamante Martínez, A. A., Galvis Lista, E. A., González Zabala, M. P., & García Avendaño, A. A. (2011). *SolucioneS de inteligencia de negocioS en la práctica: apoyo a la toma de deciSioneS en proyectoS educativoS para población infantil vulnerable en el caribe colombiano*. Santa Marta: Universidad del Magdalena.
- Comex Grupo Ibérica. (2011). *Casos de Éxito Business Intelligence*. Aragón.
- Curto Díaz, J., & Conesa Caralt, J. (2010). *Introducción al Business Intelligence*. Barcelona: Editorial UOC.
- Fuentes Tapia, L., & Valdivia Pinto, R. (2009). *INCORPORACIÓN DE ELEMENTOS DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS EN EL PROCESO DE ADMISIÓN Y MATRÍCULA DE UNA UNIVERSIDAD CHILENA*. Arica, Chile: Universidad de Tarapacá.
- Gartner. (18 de febrero de 2011). *Gartner Forecasts Global Business Intelligence Market to Grow 9.7 Percent in 2011*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2012, de <http://www.gartner.com/newsroom/id/1553215>
- Gartner Inc. (2013). *Magic Quadrant for Business Intelligence*. Recuperado el 10 de Julio de 2013, de Gartner Inc.: <http://www.gartner.com/technology/home.jsp>
- Luhn, H. (1958). A Business Intelligence System. *IBM Journal*.
- Mendoza, M., Cobos, C., Muños, J., Acosta, L., & Gómez Florez, L. C. (2006). *Bodegas De Datos y OLAP En UNICAUCA Virtual*.
- Menke S, W. (21 de Diciembre de 2009). *ISO 9001:2008 ¿Por qué hacer análisis de datos?* Recuperado el 17 de Agosto de 2012, de Menke Consultores: <http://www.menke.cl/informacion/articulos/70-iso-90012008-ipor-que-hacer-analisis-de-datos.html>
- Microsoft Chile. (2011). *Caso de Exito: Universidad Santa María (USM)*. Santiago de Chile.
- Oficina Asesora De Planeación. (2010). *Boletín Estadístico 2010*. Santa Marta D.T.C.H.: Universidad del Magdalena.

- Oficina Asesora De Planeación. (2010). *Boletín Estadístico 2010*. Magdalena. Santa Marta D.T.C.H.: Universidad Del Magdalena.
- Otake Oyama, L. A. (2010). *GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LAS UNIVERSIDADES PERUANAS*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Pinzón Cadena, L. (2011). *Aplicando minería de datos al marketing educativo*.
- Pons Capote, O. (2005). *Introducción a las bases de datos: El modelo relacional*. Madrid, España: Editorial Paraninfo.
- Power. (10 de Marzo de 2007). *A brief history of decision support system, version 4.1*. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de DSSResources.com
- Ramos, S. (2011). *Microsoft Business Intelligence: vea el cubo medio lleno*. Albatara: SolidQ Press.
- Rob, P., & Coronel, C. (2003). *Sistemas de bases de datos: Diseño, implementación y administración*. México D.F.: Cengage Learning Editores.
- Rodríguez, R. J., & Cortés Aldana, F. A. (2012). Selección De Una Plataforma De Inteligencia De Negocios: Un Análisis Multicriterio Innovador. *Revista Ciencias Estratégicas*, 20(28), 237-253.
- Univerisidad del Magdalena. (2012). *Resolución 143*. Santa Marta D.T.C.H.
- Universidad del Magdalena. (2012). *Plan de Gobierno 2012 - 2016*. Recuperado el 10 de 09 de 2013, de Universidad del Magdalena: <http://www.unimagdalena.edu.co/Institucional/Paginas/PlanGobierno2016.aspx>
- Zuñiga Segura, L. (2011). *Metodología para la gestión universitaria basada en inteligencia de negocios*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.